

第 1 章 序 論

제 1 절 연구목적 및 필요성

오늘날 서울시가 직면하고 있는 여러가지 유형의 환경문제는 궁극적으로 環境質에 관한 문제이다. 환경질의 악화는 다양한 원인에서 비롯되며 그 양상 또한 복잡하기 때문에 환경문제의 핵심을 올바르게 파악하기 위해서는 항상 많은 어려움이 뒤따른다. 이는 인구의 급속한 증가와 도시집중, 기술발달 및 경제성장에 기인한 산업화·도시화 등에 따라 오염정도가 상이할 뿐만 아니라 이러한 문제들이 총체적으로 도시생태계 파괴 및 도시민의 건강피해 등으로 연계되어 나타나는 광범위한 것이기 때문이다.

그러나 도시환경오염이 시민생활에 직접적인 위협이 됨에도 불구하고 그간 추진되어온 각종 환경대책의 경우 환경문제의 원인에 대한 事前的·綜合的 接近보다는 환경훼손이나 환경오염의 결과만을 처리하는 事後的·斷片的 接近이 주류를 이루어 왔다. 그 결과 각종 도시개발·성장과 관련된 주요 정책입안에 있어서도 환경문제가 사전에 충분히 고려되지 못하게 됨에 따라, 도시성장의 持續性(sustainability)과 시민의 「삶의 질」(Quality of Life) 향상에 기여하지 못하는 반작용을 낳게 되었다(김 운수와, 1997). 이에 금년 6월 5일 세계환경의 날을 맞이하여 발표한 「서울의제 21」(Seoul Agenda 21)에는 “맑고 깨끗한 공기, 마음껏 숨쉴 수 있는 서울”, “아이들이 마음껏 물놀이 할 수 있는 서울”, “야생동물이 다시 돌아오는 서울” 등과 같은 標題가 향후 21세기 녹색서울 만들기의 당면목표로 설정되고 있음을 볼 수 있다.

한편 서울시가 직면한 환경문제중 가장 시급히 해결하여야 할 부분요소는 대기분야라고 할 수 있다. 왜냐하면 대기를 구성하는 공기는 생명체의 생존을 결정하는 가장 기본적 요소이기 때문이며, 대부분의 생명체들은 공기가 없다면 생존의 위협을 받게되기 때문이다. 종래의

공기에 대한 일반적 인식은 무한정 사용할 수 있는 自由財인 자연자원으로 여겨 왔다. 그러나 도시화의 진전과 함께 깨끗한 공기는 아무런 대가없이 무한정 주어지는 것이 아니며, 환경가치의 내재적 한계를 가진 公共財로서 이의 존재가치를 인식하는 경향이 나타나고 있다. 예를 들면, 대규모 공사장에서 발생하는 먼지로 인한 건강 위해성, 폐기물 소각과정에서 배출되는 다이옥신과 같은 유해성 물질을 둘러싼 지역주민과 행정주체간 갈등, 지하공간 및 실내 주거공간 등 제한된 공간상에서의 대기오염문제 등이 이를 대변함을 알 수 있다. 이러한 사례는 도시민의 「삶의 질」을 평가하는 경우, 종래의 경제가치 중시경향에서 벗어나 환경가치가 주된 요인으로 작용하는 시대적 흐름을 반영하는 것으로 볼 수 있다.

최근 들어, 겨울철 대도시 시민의 건강을 해치고, 또한 視程障礙를 유발하는 요인인 미세먼지(입자상 물질)의 人體·環境危害性에 대한 경각심이 미국 등 선진외국을 중심으로 환경기준의 강화계기로 한층 고조되고 있다. 특히, 미세먼지는 대기오염물질중 가장 기본적인 형태의 오염물질로서 도로와 공사장, 연소과정, 그리고 생활주변 등 이의 발생원 분포가 다양할 뿐만 아니라 배출패턴도 상이한 특성을 보이고 있다.

1996년 서울시 지역에서의 총 먼지발생량은 129천톤수준이며, 이 중 도로와 공사장에서 81.0%, 6.0%를 각각 배출하며, 기타 연료의 연소과정(12.8%)과 생활주변(0.2%)에서 발생되고 있다(서울시, 1997).¹⁾ 특히 서울시 먼지오염의 경우 대기정체로 인하여 봄철 및 겨울철 난방기에 높게 나타나며, 5월~6월경에 단기환경기준을 초과하는 빈도가 상대적으로 높게 나타나고 있다. 반면 강우량이 많은 7월~8월경에는 낮은 수준을 보이고 있다. 이에 서울시에서는 먼지오염의 총체적 저감을 도모하기 위하여 世界保健機構(WHO)의 環境基準 勸告値를 근간으로 2000년까지 총먼지발생량 77천톤(1996년 대비 60% 수준유지), TSP 오염도 $60\mu\text{g}/\text{m}^3$, 미세먼지(PM10) 오염도 $55\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준을 목표로 계획수립 및 이의 추진을 도모하고 있다. 이러한 기본방향을 바탕으로, 서울시 대기오염수준을 한층 가중시키고 또한 인체 위해성의 영향정도가 높은 (미세)먼지를 저감하기 위하여 도로·공사장 등에 대한 제반 오염저감대책을 입안·추진하고 있다.

1) 미세먼지 發生源의 부분요소인 "생활주변"은 종래의 도로·대형공사장·연료소비 등의 발생원에 비하여 그다지 관심대상이 되지 못하여 왔다. 이는 기존의 자료체계 미확립, 생활주변 개념의 혼재(비포장도로 포함여부), 법적적용의 어려움 등에 기인하는 것으로 인식된다. 본 연구에서 다루는 생활주변 미세먼지 발생원은 소규모 공사장·학교운동장·나대지·어린이 놀이터·한강 둔치 등을 포괄하는 개념으로 정립하고, 이에 따라 쾌적한 생활공간 조성을 위한 미세먼지 저감 및 관리대책 마련에 중점을 둔다.

그러나 대기환경보전법 제28조의 규정(사업장발생 먼지)에서 제외되고 있는 생활주변 먼지발생원인 소규모 공사장·학교운동장·나대지·한강둔치 등에 대하여는 실질적인 관리가 이루어지지 않는 사각지대로 남아 있다. 이의 근본원인은 첫째, 생활주변 소규모 먼지발생원에 관한 인식부족과 이로 인한 자료체계의 미비, 둘째, 서울시 대기오염 기여도의 상대적 미약, 셋째, 국지적·단기적 발생과 영향에 의한 관심도 부족, 그리고 현행 관련법률체계의 한계 조항으로 인한 행정단위중심의 적극적 관리대책여지 미비 등을 들 수 있다.

이에 본 연구는 생활주변 먼지발생의 실제적 저감화를 도모하여 환경위해성의 제어와 함께 쾌적하고 청정한 삶의 공간 조성에 기여함에 그 기본목적을 두고자 한다. 즉 생활주변 먼지발생의 저감화를 도모하여 환경위해성의 제어와 함께 쾌적한 삶의 공간 조성에 주안점을 두고, 한편으로 선진외국의 제반 저감사례 수집·분석 및 서울시에의 적용을 도모하기 위한 것이다. 이에 본 연구의 관심사항을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 미세먼지오염 저감을 위한 방안제시로서 학교운동장·소규모 공사장·나대지(어린이 놀이터·한강 둔치 포함) 등 비규제 먼지발생원에 대한 실태파악(자료체계의 구축)과, 이에 근거한 종합적 규제 및 효율적 관리를 도모한다.

둘째, 현행 대기환경보전법 제28조의 「飛散먼지發生事業」외 학교운동장, 나대지, 그리고 소규모 공사장 등의 먼지발생원 특성에 적합한 먼지저감 대책의 수립 및 시행을 보조한다.

셋째, 쾌적한 생활공간조성을 위한 지역차원의 「생활주변먼지 低減條例」(가칭) 제정의 기본자료로 활용한다.

넷째, 향후 서울시 먼지오염 저감을 위한 종합적 접근방법의 부문요소로서, 部分適正化(sub-optimization) 기능을 부여하기 위하여 먼지발생저감 관련부문과의 연계성을 확보한다.

제 2 절 연구내용 및 범위

서울시 대기오염수준을 한층 가중시키고 또한 인체 위해성의 영향정도가 높은 미세먼지를 저감하기 위하여 도로, 공사장, 학교운동장, 한강 둔치 등의 먼지발생원 등에 대한 오염저감대책이 추진·입안되고 있다. 그러나 大氣環境保全法 제28조의 規定(사업장발생 먼지)에서 제외되는 “생활주변 먼지발생원”인 소규모 공사장 및 나대지의 경우 현행 관련법규의 限界條項으로 인하여 실질적인 규제가 어려울 뿐만 아니라, 생활주변 먼지발생원 관리가 사실상 방치되는 상황에 이르고 있다.

이에 본 연구는 서울시 먼지오염의 저감을 도모하고, 또한 지역주민의 환경위해성을 최소화하기 위한 정책개발 일환으로서 생활주변 미세먼지 저감대책 마련에 주안점을 두고 있다.

이를 위해 본 연구에서는 먼저 서울시 먼지오염의 현황 및 미세먼지 발생량을 개략적으로 살펴본 후, 생활주변 미세먼지의 측정·분석, 국내외 미세먼지 저감 및 관리사례 및 미세먼지 저감 및 관리방안, 그리고 저감방안별 실효성을 확보할 수 있는 여건 조성 등을 제시하고자 한다. 이에 본 연구에서 주안점을 두고 있는 연구내용을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 서울시 먼지汚染 現況分析 및 미세먼지 發生量 算定(제2장)

미세먼지의 인체·환경 위해성 정도, 서울시 미세먼지 저감을 위한 지역환경기준 설정 동향 및 미세먼지 오염현황, 생활주변 소규모공사장·학교운동장·나대지 등의 미세먼지 관리실태조사 및 미세먼지의 발생량 산정, 그리고 먼지오염 저감을 위한 일반적 대책 유형과 문제점 분석 등이 주된 내용으로 포함된다.

둘째, 生活周邊 미세먼지의 測定 및 分析(제3장)

생활주변 미세먼지 발생원에 대한 현장조사를 통하여 대상별 실제 오염수준을 측정·분석하며, 이를 바탕으로 향후 정립하여야 할 저감·관리방안의 기본방향을 정립한다.

셋째, 國內·外 미세먼지 低減 및 管理事例(제4장)

현행 대기환경보전법의 한계조항으로 인하여 생활주변 미세먼지 발생원 대책이 실효성을

확보할 수 없는 실정이므로, 현재 추진되고 있는 국내·외 생활주변 미세먼지의 저감·관리실태와 문제점 분석, 그리고 이의 실제 적용가능성 모색이 포함된다.

넷째, 生活周邊 미세먼지 低減·管理方案 및 實效性 增進方向(제5장)

생활주변 미세먼지 발생의 저감·관리방안의 실효성을 확보하기 위하여 규제 및 관리를 위한 법령조사(지역특성을 고려한 먼지저감조례, 소규모지역에서의 먼지발생억제(시설) 지역 기준설정, 먼지발생의 사전·사후관리지침 활용도모), 미세먼지 저감을 위한 제반 연계대책조사(도시형 텃밭이용, 식재 및 환경녹화사업, 도시생태계와의 관련성, 생활주변의 먼지zero화 추진사례 검토), 생활주변 미세먼지 발생원 분석기법조사(민간부문의 생활주변 먼지저감 참여 활동, 자발적 참여제도), 환경보전기금의 활용가능성, 그리고 먼지저감 중·장기계획 수립 가능성 등을 다루고자 한다.

한편 본 연구의 범위는 현행 대기환경보전법 제28조의 비산먼지발생사업 규정에서 제외되는 학교운동장, 나대지(어린이 놀이터, 한강 둔치 포함), 그리고 소규모 공사장 등의 생활주변 미세먼지 발생원에 한정하기로 한다. 그리고 연구대상별 미세먼지 발생량·오염수준에 영향을 미칠 수 있는 여타 발생원(예: 서울시 외부지역에서의 미세먼지 유입원)에 관한 분석은 원칙적으로 제외하기로 한다. 다만, 생활주변 미세먼지 저감 및 관리차원에서 필요한 경우에는 이를 부분적으로 고려하기로 한다.

또한 본 연구에서는 생활주변 미세먼지 오염수준의 실제 현황분석(측정)을 통하여, 지역주민의 「삶의 질」(環境質) 증진차원에서 시행가능한 미세먼지 저감·관리방안 마련과 이의 실효성 확보방안을 함께 다루고자 한다. 그러나 생활주변 발생 미세먼지의 성분별 분석을 통한 저감·관리방안의 모색은 본 연구의 범위에서 일차적으로 제외하며, 이에 관한 사항은 향후 추가적 연구과제로서의 당위성을 확보하고자 한다.

제 3 절 연구방법 · 효과

1. 연구방법

(1) 문헌조사 및 현장조사

본 연구에서는 서울시 생활주변 미세먼지 오염현황을 파악하고, 실제 적용·고려중인 저감방안을 개략적으로 살펴보기 위한 방법의 일환으로 文獻研究와 現場調査를 병행 실시하였다. 문헌연구의 경우 미세먼지의 발생·저감과 관련된 국내·외 문헌의 조사 및 분석을 시도하였다. 그러나 국내 문헌의 경우 아직까지 생활주변 미세먼지 발생·확산·오염도 등의 선행연구가 매우 미약한 것을 발견할 수 있다. 다만, 부분적이고 단편적인 선행연구 결과는 가능한 한 기초자료로 활용하고자 한다. 그리고 외국문헌의 경우도 우리나라의 실상과 뚜렷한 생활주변 미세먼지 저감 연구성과는 그다지 많지 않으나, 미세먼지의 환경위해성에 관한 경각심 고양차원에서 연구결과를 심분활용하고자 한다.

한편 연구대상인 생활주변 공간인 서울시 지역내 裸地地(어린이 놀이터, 한강 둔치 포함)·학교운동장·소규모 공사장 등)의 실제 오염도를 조사하고, 이를 서울시 미세먼지 측정망 자료와의 비교분석을 통하여 연구과제의 유의성을 찾고자 한다. 이에 조사대상 오염원별 미세먼지 발생실태조사는 서울시 지역내 나대지, 학교운동장, 소규모공사장, 어린이 놀이터, 그리고 한강 둔치의 표본조사를 실시한다. 다만, 연구대상별 오염도 측정의 경우 실제 오염수준에 주된 관심을 두며, 미세먼지의 성분분석은 고려하지 않기로 한다. 즉 본 연구에서는 생활주변 공간에서 발생되고 지역주민의 건강 위해성에 직접적으로 영향을 미치는 미세먼지의 실제 오염수준에 일차적인 관심을 둔다.

(2) 국내·외 사례조사

지역주민의 건강을 보호하고, 쾌적한 생활환경을 조성하는 것은 생활공간상의 미세먼지 발생량 저감 및 관리와 밀접한 관련성을 갖고 있음이 일반적이다. 이에 환경부·서울시·구별 생활주변 미세먼지 저감·관리사례와 외국 사례를 함께 분석하기로 한다. 특히 외국사례의 경우 먼지저감대책, 먼지저감 관리기법, 그리고 먼지관리의 실효성 확보방안(法律제정 포함) 등

을 중점적으로 분석하고자 한다.

2. 연구효과

본 연구의 기대효과 및 이의 활용가능성은 두 가지 측면에서 살펴볼 수 있으며, 이를 미시적·장기적 관점으로 분류할 경우 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 微視的 效果 및 活用

① 생활주변 미세먼지 발생량의 저감 및 관리를 유도하기 위한 실제적·실천적 방안제시를 통하여 소규모 공사장·나대지(학교운동장·어린이 놀이터·한강 둔치 포함) 등 비규제 먼지발생원에 대한 효율적인 규제 및 관리를 도모할 수 있다.

② 생활주변 먼지 발생원에 대한 실천적 의미를 확보할 수 있는 준거로서, 「生活周邊 미세먼지低減條例」(가칭)의 제정 자료로서의 활용가능성을 모색할 수 있다.

③ 지역주민의 건강보호 및 환경위해성의 제어측면에서 소규모 먼지 발생원의 사전·사후 관리를 위한 영향평가 기능을 수행할 수 있다.

④ 생활주변 먼지 발생원에 적용할 수 있는 저감방안의 유형별 대체안 선정시, 이의 기준을 제공할 수 있으며 또한 이를 대규모 공사장과 기타 발생원에서의 準用도 가능하다.

(2) 長期的 效果 및 活用

① 국지적·부분적 차원에서 생활주변 미세먼지의 저감 및 관리방안 제시를 통하여, 향후 서울시 지역내 미세먼지 저감을 위한 종합계획의 부문요소(계획)로서의 활용을 도모할 수 있다.

② 시간변동에 따른 토지이용수요와 먼지오염저감을 위한 동태적 분석의 기본자료로서 활용할 수 있다.

③ 먼지오염도의 변화를 초래하는 토지이용패턴과, 이에 따른 서울시 먼지오염의 장기적 영향평가 과정에 적용할 수 있다.

第 2 章 서울市 먼지오염 現況分析

제 1 절 일반현황

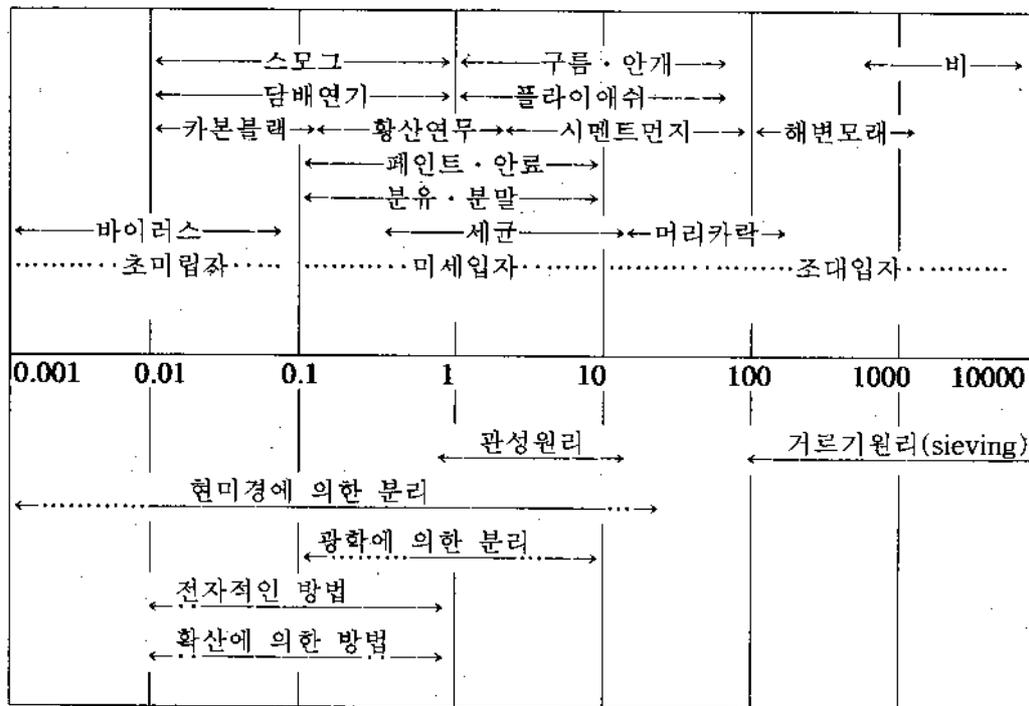
1. 미세먼지의 개념 및 인체 영향

일반적으로 대기 중에 존재하는 먼지는 粒子크기에 따라 두 가지로 분류할 수 있다. 주로 공사장과 사업장 연료의 연소과정에서 발생되는 먼지(입자직경이 $10\mu\text{m}$ 이상), 그리고 자동차의 배출가스 및 이의 연소과정에서 직접 발생되는 미세먼지(PM10)가 그것이다. 전자의 경우, 인체유입시에 코의 섬모나 기도 등에서 걸러져 폐 깊숙이 침투되지 못하는 것이 보통이다.²⁾ 그러나 공기역학적으로 직경 $10\mu\text{m}$ 미만인 미세먼지의 경우, 자체로서의 인체피해 뿐만 아니라 금속·유기물·산·이산화질소 그리고 기타 다른 오염물질 등과 결합하여 2차 오염물질로 변화한 후 人體吸入時 기관지 또는 폐포부위에 도달·침착하기 쉬운 특징을 가진 입자상 물질이다. 특히 연소로부터 생기는 이산화황, 이산화질소, 그리고 휘발성 유기화합물 등이 공기중에서 화학적인 전환을 통해 먼지입자를 형성하게 되기 때문이다. 결국 미세먼지는 인체의 폐 기능을 저하시키고 폐암 발생율을 증가시키는 요인이 된다(<그림 2-1> 및 <표 2-1> 참조³⁾).

또한 미세먼지(PM10)를 입자 크기별로 재분류할 경우 微細粒子(직경: $2.5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$)와 超微粒子(직경: $2.5\mu\text{m}$ 이하)로 구분할 수 있으나, 양자의 성질·발생원·인체건강에 미치는 영향 등은 매우 다른 양상을 나타낸다. 전자는 사막이나 농업지역에서 바람으로 인해 생기는 먼지 그리고 비포장도로에서의 이동차량에 의해 생기는 먼지 등이 포함된다. 반면 초미립자는 산업

2) 미세먼지(PM10)이란 공기속에 포함되어 있는 오염물질로 직경이 $10\mu\text{m}$ 인 액체 및 고체를 총칭적으로 지칭한다.
3) 대기오염 증가에 기인하여 1983년 우리나라에서 폐암으로 사망한 사람은 2,155명으로 인구 10만명당 57명이었으나, 11년후인 1994년에는 8,196명이 사망하여 인구 10만명당 19.1명으로 추성되고 있다. 서울의 경우도 대기오염으로 기관지나 폐 질환으로 인한 사망자수가 늘어나 인구 10만명당 폐암 사망률이 1990년에 11명이었던 것이 1995년에는 14.5명으로 증가한 것으로 보고되고 있다(서울시·서울의제21 추진협의회, 1997).

과 주거지역에서의 연소, 그리고 차량의 연료소비 등과 같은 제반활동으로부터 생기게 된다.



〈그림 2-1〉 입자의 크기별 분류(μm) 및 분리원리

이와 같이 미세입자는 인체 呼吸器 系統에 침착되어 건강상의 피해를 유발하게 된다. 일례로 미국 151개 대도시의 성인 55만명을 대상으로 조사한 결과에 의하면, 미세먼지 오염수준 순위가 최상위인 도시는 최하위의 도시보다 死亡率이 17%나 높은 것으로 분석되고 있다. 미국 캘리포니아주 지역에서는 자동차 미세먼지로 인하여 인구 100만명당 약 1,000명 정도가 매년 암에 걸려 추가 사망하는 것으로 추정되고 있다.⁴⁾ 그러나 또 다른 지역별 역학조사 (Dose-Response Study)에 의하면, 초미립자는 폐의 깊은 곳에 침착되어 미세입자보다도 더욱 해로운 건강상의 피해를 유발하는 것으로 미국 환경청이 보고하고 있다.

4) 경향일보, 1996년 12월 23일자 환경기사 참조.

한편 미세먼지(PM10)가 인체 건강상에 피해를 미치는 기준치는 연평균 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ (우리나라의 경우: $80\mu\text{g}/\text{m}^3$) 그리고 24시간 평균 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ (우리나라와 동일)이나, 3년동안 3번이상 기준치 초과사례가 발생되면 環境基準 未達成地域(PM10 nonattainment area)으로 규정된다.5)

<표 2-1> 미세먼지 노출정도에 의한 위해가능성

영향 정도	노출 정도	단기적·직접적 기준	장기적·간접적 기준
小兒 肺기능의 저하	24시간 농도기준	$140\mu\text{g}/\text{m}^3$	$350\mu\text{g}/\text{m}^3$
기관지염의 악화 및 사망률 증가		$350\mu\text{g}/\text{m}^3$	$600\mu\text{g}/\text{m}^3$
肺기능의 저하	1년 농도기준	$140\mu\text{g}/\text{m}^3$	$350\mu\text{g}/\text{m}^3$
기관지염의 악화			
사망률 증가		$350\mu\text{g}/\text{m}^3$	$600\mu\text{g}/\text{m}^3$

주: 1) 인체영향의 안정수준: $100\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 150\mu\text{g}/\text{m}^3$ (일), $40 \sim 60\mu\text{g}/\text{m}^3$ (년)⁵⁾

2) 한국기준: $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ (년평균), $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ (일평균)

자료: www1.

최근의 연구결과(www1)에 따르면, 현재의 PM10 기준치 이하 먼지 농도에서도 短期(1일~5일이하)와 장기(1년~몇년) 노출에 따른 인체 건강상의 피해가 있음이 입증되고 있다. 건강상의 피해로는 조기 사망, 병원·응급실 출입빈도의 증가(주로, 심폐질환을 가진 노약층) 등이 대표적이며, 이의 내용으로는 호흡기 증상관련 질환(어린이와 천식과 같은 심폐질환을 가진 환자)의 증가, 어린이와 천식환자의 폐기능 감소, 허파조직과 구조 그리고 호흡기 계통의 방어기작의 이상변화 등을 지적할 수 있다. 이에 미국 환경청은 현재의 미세먼지 기준치가 먼

5) 미국의 경우 대기환경기준 미달성지역으로 지정되면, 주정부는 환경질유지 목표를 설정하고 대기오염저감 실천 계획(SIP)을 작성·제출하고 이의 결과를 환경청에 보고하도록 되어 있다. 대기오염물질(예: PM10)의 발생과 확산에 큰 영향을 미치는 계절적인 효과 및 기초자료체계의 정확성을 도모하기 위하여, 일반적으로 일년이상의 준비기간이 소요됨이 보통이다. 우리나라의 경우, 최근 서울시를 비롯한 경기도 일부지역이 대기환경보전법상의 '대기환경규제지역'으로 선정됨에 따라 미국의 경우와 유사한 자치단체별 지역대기질 보전대책의 수립과 시행이 예정되어 있다.

지로 인한 인체 건강상의 피해를 예방하기에는 미흡하므로 수정할 필요가 있다고 인식할 뿐만 아니라, 현재의 PM10 2차 기준치도 福祉次元에서의 보호기능을 실질적으로 수행하지 못한다고 평가하고 있음에 주목할 필요가 있다. 한편 미세먼지의 오염수준에 따른 豫防措置의 권고사항은 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 미세먼지(PM10) 오염수준에 따른 예방조치

구분	환경기준	예방조치
건강위해 (위험)	500	· 위험수준: $500\mu\text{m}/\text{m}^3$ · 예방조치: 모든 실외활동억제 및 실내 체류. 또한 육체활동 최소화
	400	· 경고수준: $420\mu\text{m}/\text{m}^3$ · 예방조치: 실외활동을 삼가며, 심장·폐질환 가능성이 있는 사람은 실내체류 권고
건강위해 (이주나쁨)	300	· 건강위해수준: $350\mu\text{m}/\text{m}^3$ · 예방조치: 건강한 성인·소아를 포함한 모든 사람은 활 발한 실외활동을 삼가하여야함. 또한 심장·폐질환, 그 리고 호흡기 계통환자는 실내체류권고
	200	
건강위해 (나쁨)	150	· 환경기준초과: $150\mu\text{m}/\text{m}^3$ · 예방조치: 심장·폐질환, 그리고 호흡기계통 환자는 실외활동의 자제 필요
	100	
적당	50	· 인체건강상 영향무시
양호	0	· 인체건강상 영향무시

자료: South Coast Air Quality Management District(1996).

특히 미세먼지중 입자의 직경이 2.5 μm 이하(PM2.5)인 먼지는 호흡기나 심장질환이 있는 환자와 어린이, 노인 등에게 지대한 영향을 미칠 뿐만 아니라 빛의 산란 및 시정장애 유발, 지하철 등의 밀폐공간에 유입되어 실내 大氣汚染濃度를 증가시키는 요인이 된다. 윤 순창외 (1992) 보고서에 의하면 우리나라의 경우 대기중 부유먼지의 크기별 분포가 0.5 μm 와 10 μm 에 집중되어 있으며, 또한 미세먼지의 농도는 총부유먼지의 60% 정도인 것으로 추정하고 있어 미세먼지에 의한 환경위해성 제어문제가 제기되고 있음을 볼 수 있다.

2. 미세먼지 대기환경기준

일반적으로 대도시 대기중에 존재하는 미세먼지(PM10)는 큰 먼지(dust)보다 인체건강과 대기중의 스모그 형성에 더 큰 영향을 미치게 된다. 선진외국인 미국의 경우 1987년부터 환경기준을 설정하고, 이의 오염도를 측정하고 있다. 우리나라의 경우 비교적 최근에 접어들어 미세먼지의 오염영향을 인식하여, 1994년 PM10 환경기준설정 및 1995년부터 측정·관리하고 있다. <표 2-3>은 우리나라 및 외국의 먼지 및 PM10의 환경기준을 비교한 것으로, 현재까지는 規制基準이 다소 엄격하게 책정되어 있음을 알 수 있다.

<표 2-3> 우리나라 및 외국의 (미세)먼지 환경기준 비교 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

국 가	연 평균	일 평균	시간 평균
한 국 ('95)	80(150)	150(300)	-
미 국 ('87)	50	150	-
일 본 ('72)	-	100	200

주: ()안은 TSP의 기준

자료: 환경부, 「자동차 배출가스 종합대책」, 1995.

3. 서울시 미세먼지 현황

(1) 측정소 현황

미세먼지는 전국 93개 대기오염 測定所중, 24개 측정소에서 측정되고 있다. 서울시의 경

우, 총 20개 측정소중 10개 측정소에서 미세먼지 측정을 실시하고 있다(<표 2-4>참조).

<표 2-4> 미세먼지 측정소 현황 (전국, 1996)

(단위 : 개소)

도시	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	기타
측정소 수	10	3	2	1	1	1	2	4

주: 기타는 안양, 목포, 서산, 제주 등을 나타냄.

자료: 환경부, 내부자료, 1997.

<표 2-5> 서울시 연평균($80\mu\text{g}/\text{m}^3$) 초과 측정소 현황

구분	측정소명	연평균 미세먼지농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1995년	광화문	86
	면목동	88
	신설동	96
	쌍문동	92
	반포동	81
1996년	면목동	83
	신설동	91
	쌍문동	83

주: 일평균의 최고오염도(1995년)는 쌍문동의 $395\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었음.

자료: 서울시 내부자료, 1997.

(2) 오염도 현황

서울시 미세먼지 오염현황의 경우 국내의 年平均 環境基準値인 $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 초과하는 측정소는 1995년 5개소, 1996년 3개소로서 다소 개선된 수치를 보이고 있다. 그러나 日平均 基準인 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과하는 측정소는 1995년 9개소에서 1996년 10개소 모두가 해당되어, 短期基準 위반사례가 漸增하고 있음을 알 수 있다.(<표 2-5> 및 <표 2-6> 참조).

<표 2-6> 서울시 일평균($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) 초과 측정소 현황

지점별	계	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
계	316 (99)	173 (5)	361 (27)	196 (7)	-	208 (15)	218 (17)	205 (2)	-	-	-	-	243 (26)
광화문	274 (18)	-	274 (4)	159 (3)	-	203 (4)	213 (5)	-	-	-	-	-	160 (2)
면목동	218 (7)	-	218 (2)	-	-	160 (2)	153 (1)	-	-	-	-	-	167 (2)
신설동	244 (7)	-	244 (3)	-	-	168 (2)	169 (2)	-	-	-	-	-	182 (5)
불광동	182 (1)	-	182 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
마포	243 (6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	243 (6)
쌍문동	290 (26)	173 (3)	290 (6)	174 (2)	-	208 (4)	172 (3)	-	-	-	-	-	236 (8)
구로동	215 (5)	153 (1)	215 (3)	162 (1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
반포동	316 (17)	151 (1)	316 (4)	-	-	162 (1)	218 (6)	205 (2)	-	-	-	-	181 (3)
화곡동	196 (5)	-	196 (2)	196 (1)	-	176 (2)	-	-	-	-	-	-	-
방이동	196 (2)	-	196 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

자료: 서울시 내부자료, 1997.

특히 서울시의 미세먼지 농도와 세계 주요도시간 미세먼지 농도를 비교할 때(1995년 대비), 서울시의 연평균 농도인 $78\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1995), $72\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1996)은 동경 $57\mu\text{g}/\text{m}^3$, 로스엔젤레스 $49\mu\text{g}/\text{m}^3$, 오타와 $61\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 상당히 높은 수준을 나타내고 있다(환경부, 1996).

(3) 미세먼지의 성분 및 발생원

서울시의 미세먼지중에는 자동차 배출가스와 연료의 연소과정에서 주로 배출되는 탄소화합물과 황산염, 질산염 등이 많이 포함되어 있다(환경부, 1996). 이를 미국 남부 캘리포니아주 지역의 미세먼지 성분과 비교하여 보면 탄소화합물의 성분이 비교적 많이 포함되어 있음을 알 수 있다(<표 2-7> 참조).

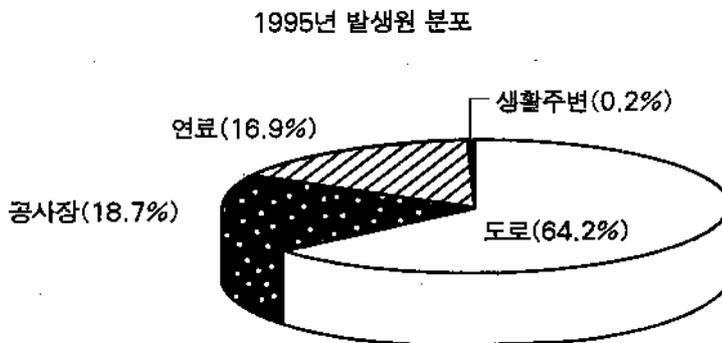
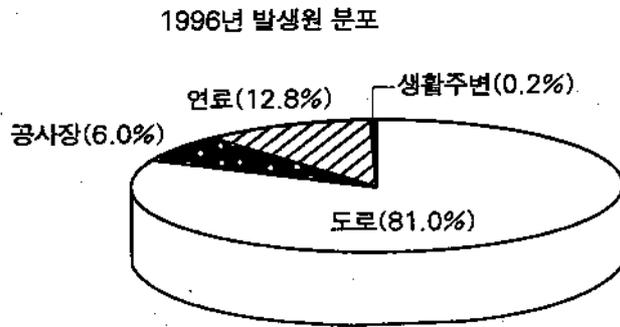
<표 2-7> 미세먼지의 성분 비교 (1995년)

구 분	탄소화합물	황산염	질산염	기타
서울시	54	15	10	21
남부 캘리포니아	30	9	15	46

자료: 환경부, 내부자료, 1996.

서울시의 미세먼지 성분 중 탄소화합물은 주로 자동차 배출가스로부터 발생되며, 황산염·질산염 등의 입자상 물질들은 배출된 아황산가스와 이산화질소 등이 물리·화학적으로 변화하여 2차적으로 발생된다. 서울시의 미세먼지 발생량의 대부분은 자동차에서 배출되고 있으며, 특히 전체 차량의 5%에 불과한 시내버스·트럭 등의 대형경유차가 총 자동차 미세먼지 발생량의 67.5%를 차지하고 있어 그 대책이 시급한 실정이다.

한편 1995년 및 1996년의 서울시 주요 오염원별 미세먼지발생 현황을 살펴보면 <그림 2-2>와 같다. 미세먼지 발생원을 道路, 工事場, 燃料使用, 그리고 生活周邊 등의 4개 부문으로 분류하게 되면, 道路部門의 비중이 현저히 높음을 알 수 있다. 이러한 발생 기여도는 자동차에 의한 서울시 대기오염 기여도와 동일한 맥락을 보이는 것으로서, 결국 미세먼지 저감의 일차적 고려대상은 도로부문(자동차)이라고 할 수 있다. 그러나 생활주변에서의 낮은 기여도(0.2%)는 '발생량-농도'간의 잘못된 인과관계 인식을 정착시킬 우려를 내포하고 있다. 이에 생활주변 미세먼지 발생원에 의한 발생량 산정 및 실제 오염도 측정을 제2장(제2절) 및 제3장에서 보다 상세히 다루고, 현안과제로서의 당위성을 부각하고자 한다.



<그림 2-2> 서울시 미세먼지 발생원 및 발생부문별 구성비

자료: 서울시, 「서울의 환경」, 1996·1997.

서울시, 「1997년도 환경보전 업무계획」, 1997

4. 서울시 (미세)먼지오염 저감목표

서울시는 최근 들어 인체건강 위협성의 주요 관심대상인 미세먼지를 저감하기 위하여 도로변, 공사장, 사업장, 그리고 생활주변 등 다각적인 發生源別 低減對策을 계획하고 있다. 특히, 1995년부터 처음 측정을 실시한 미세먼지 대기항목은 신설동, 쌍문동, 면목동, 광화문, 반

포, 마포, 구로동, 화곡동에서 환경기준을 초과하고 있어 종합적인 먼지오염 저감대책의 수립이 요청되고 있다(서울시, 1997). 이러한 서울시 먼지저감 종합대책의 수립은 世界保健機構(WHO)에서 권고한 環境基準値를 근간으로 하고 있으며, 이에 따른 서울시 먼지저감 목표는 <표 2-8>과 같다.

<표 2-8> 서울시 먼지저감 목표

(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{년}$)

구 분	WHO권고치	1996년	1997년	1998년	1999년	2000년	
먼지발생량(천톤)(%)	-	129 (100%)	116 (90%)	103 (80%)	90 (70%)	77 (60%)	
오염도	총먼지(TSP)	60~90	85	80	70	65	60
	미세먼지(PM10)	-	72	70	65	60	55

자료: 서울시, 「서울의 환경」, 1997.

제 2 절 서울시 미세먼지 발생현황

1. 발생원 분류 및 특성

도시지역 대기오염 문제 중에서 먼지(PM10) 항목은 가장 해결하기 어려운 문제 가운데 하나이다. 이는 도시지역에서 발생하는 먼지의 발생경로가 대단히 복잡하기 때문이다. 먼지발생은 산업시설을 포함하여, 농업활동·아파트·지하철공사 및 도시 재개발 공사 등의 각종 건설 공사장, 자동차 운행, 그리고 건설자재의 야적장 및 운송과정에서의 흙날림 등이 대표적인 형태이다. 그러나 露天燒却으로 인한 연기, 자연현상에 의한 연기·먼지 발생 그리고 화재·산불·裸地 및 쓰레기 매립장 등도 또 다른 발생원이 되고 있다(서울시, 1996). 서울시의 경우, 먼지 발생경로는 매우 다양하고 복잡한 양상을 보이나, 일반적인 먼지발생원은 도로·공사장·연료소비·생활주변 등으로 분류할 수 있다(<그림 2-2>참조). 이에 발생부문을 구체적인 세부 항목으로 구분할 경우, 다음과 같이 분류할 수 있다.

-먼지다량 배출업소

- 이동오염원에 의한 도로에서의 발생
- 건설 공사장(대형·소형 규모 포함)
- 농업활동
- 나대지(학교운동장·어린이 놀이터·한강 둔치 등 포함)
- 서울시 인근지역에서의 유입
- 황사 현상에 의한 외부유입

이러한 먼지 발생원의 발생특징은 규정된 일정한 배출구가 아닌 개방형 배출원으로부터 기인·飛散한다는 점이다. 비산먼지 발생의 두가지 물리적 메카니즘은 첫째, 기계적인 힘에 의하여 먼지발생 대상물질(예: 지표층) 표면의 파쇄에 의한 것과 둘째, 바람이 19km/hr이상의 속도로 나대지와 같은 표면에 불어올 때, 氣流의 亂流發生으로 인하여 표면상 입자물질의 부유현상으로 나눌 수 있다. 서울시 대기오염 문제 중에서 미세먼지는 가장 해결하기 힘든 문제 중의 하나인 것은 미세먼지 환경기준 달성도에서도 살펴볼 수 있다. 즉 1996년 서울시 미세먼지 측정소 가운데 불광동·방이동을 제외한 8군데 측정소에서 短期基準을 초과하는 날이 연간 5회이상 발생하는 사례를 발견할 수 있기 때문이다.(<표 2-6>참조).

한편 서울시의 먼지발생원은 산업시설, 각종 건설공사장, 자동차 운행, 입자물질의 야적장과 나대지 및 노천소각 등이 주된 요인임은 전술한 바와 같다. 그러나 서울시 인접지역에서의 확산유입과 매년 봄철에 황사현상으로 인한 계절적 외부유입으로서 미세먼지 증가의 또다른 요인이 되고 있다. 이러한 다양한 먼지 발생원으로부터 대기오염의 저감을 도모하기 위하여 서울시는 일정한 배출구를 통하여 배출되는 먼지의 경우 지속적인 규제·단속을 통하여 상당한 효과를 거두고 있으나, 일정한 배출구가 없이 발생하는 개방형 비산먼지에 대해서는 배출량 산정의 부재와 규제를 위한 근거자료의 부족으로 근본적 대책마련이 어려운 실정이다.

따라서 서울시의 경우, 현재 근거자료의 미비로 인하여 저감대책이 마련되지 못하고 있는 소규모 공사장·나대지·학교운동장·어린이놀이터 및 한강 둔치 등의 생활주변 비산먼지 발생현황에 대한 정확한 분석과 대책마련이 필요하다. 이의 원인으로는 생활주변 미세먼지 발생원인 나대지·학교운동장·소규모 공사장 등이 현행 大氣環境保全法상의 規制(適用)範圍 이하인 점에 기인한 관리미흡과, 한편으론 쾌적한 생활공간 조성의 당면대상이기 때문이다. 이에 생활주변 미세먼지 발생원의 대상별 현황과약을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 소규모 공사장 현황

현행 大氣環境保全法상의 시행규칙 제48조에 명시되어 있는 비산먼지 발생사업중 건설업에 관한 규제는 건물 建設工事は 연면적 1000m² 이상, 건축물 해체공사는 연면적 3000m² 이상, 굴정공사는 총연장 200m 이상 또는 굴착토사량 200m² 이상으로 한정하고 있다. 이에 대기환경보전법상에 명시된 적용규모 이하의 소규모 공사장에서 발생하는 비산먼지에 대한 규제방법이 현실적으로 곤란한 실정이다. 다만, 현재 서울시 및 구 기초자치단체별 소규모 공사장에 대한 行政誘導인 方法을 통하여 간접적으로 미세먼지 발생저감을 도모하고 있는 정도이다.

한편 서울시 지역내에서 이루어지고 있는 소규모 공사장의 경우, 대부분 주거지역에 편중되어 있어 미세먼지 발생에 의한 인근 지역주민의 직접적인 건강피해를 유발할 뿐만 아니라, 이로 인한 민원발생이 증가하고 있다. 그러나 淸淨한 生活空間을 조성하기 위한 실제적 규제방법이 대규모 공사장에 비하여 상대적으로 미흡한 상태여서 별다른 저감대책이 적용되지 못하고 있다.

또한 건설공사 규모가 작을 뿐만 아니라 建設工期의 단기성, 공사진행의 불규칙성, 그리고 공사장 인력의 관심부족 등으로 인하여 생활주변 미세먼지 발생의 濫床이 될 가능성이 많다. 즉 공사장 관리의 허술함에 따른 굴착토사의 방지, 강우로 인한 굴착토사의 유출, 모래·자재 등의 野積場 관리허술 등으로 인하여 생활주변 비산먼지의 발생을 가중시키고 있다.

이에 소규모 공사장에서 발생하는 비산먼지의 효율적인 저감·관리를 도모하기 위해서는 일차적으로 실제 오염도 파악과 발생량 산정이 전제되어야 함을 알 수 있다. 이에 먼지발생량 산정의 기본자료로서 소규모 공사장 현황은 서울시 지역별 재개발주택 및 신규 소규모 건설공사 통계자료(철근철골조·조적조·목조·기타 건축유형별 건축 신축·증개축 자료; 연면적 기준)에 근거하여 해당 면적을 추정하면 <표 2-9>와 같다. 특히 소규모 공사장의 경우 총연면적은 6.46km²이며, 이 중 住居用 建物工事의 비중은 약 94.86%인 6,123,813m²를 나타내고 있다.

즉 대규모 공사장의 경우와 달리 소규모 공사장은 상업용·광공업용·공공용·기타 용도보다는 주거용 건물을 신축·증개축하는 대표적 건설행위로서, 생활주변 미세먼지 발생의 주된 요인이 될 뿐만 아니라 주거지역에서의 확산·이동 경로를 통하여 지역주민에게 직접적인 건강피해를 유발할 수 있는 대기오염원임을 시사하는 것으로 볼 수 있다.

<표 2-9> 서울시 소규모 공사장 면적추정

(단위: m²)

현 황 구 명	주거용	상업용	광공업용	공공용	기타	총면적
종로구	98,006	10,832	0	201	311	109,350
중구	35,134	24,449	0	0	201	59,784
용산구	109,717	2,166	303	0	110	112,296
성동구	321,754	8,665	71	16	860	331,366
광진구	241,008	2,166	103	0	128	243,405
동대문구	437,019	7,118	0	0	238	444,375
중랑구	123,894	2,785	0	0	256	126,935
성북구	265,047	4,952	0	58	1,116	271,173
강북구	194,162	619	0	18	37	194,836
도봉구	153,481	3,714	0	36	695	157,926
노원구	780,347	5,880	517	0	824	787,568
은평구	181,834	4,952	0	2	92	186,880
서대문구	97,389	9,594	0	30	8,401	115,414
마포구	232,378	14,546	0	0	220	247,144
양천구	173,821	17,021	0	0	165	191,007
강서구	246,555	11,451	549	44	824	259,423
구로구	357,505	4,642	767	0	421	363,335
금천구	161,494	3,095	1,188	14	55	165,846
영등포구	207,106	10,213	46	0	769	218,134
동작구	199,093	4,952	0	0	37	204,082
관악구	435,170	11,760	11	163	165	447,269
서초구	277,375	18,569	0	0	1,373	297,317
강남구	385,859	55,087	7	26	92	441,071
송파구	238,542	63,443	0	0	714	302,699
강동구	170,123	6,190	0	132	220	176,665
총 계	6,123,813	308,861	3,562	740	18,324	6,455,300

주: 소규모 공사장 면적추정은 본 연구원에서 수행한 것이며, 자세한 내용은 제2장 제2절 2항 참조.

자료: 서울시, 「서울시 통계연보」, 1996.

(2) 裸地 현황

일반적으로 나대지는 학교용지와 놀이터, 체육용지, 잡종지, 유원지 등을 모두 포함하는 공터 개념으로 정의할 수 있다. 본 연구에서는 학교운동장 및 놀이터, 유원지를 따로 분리하여 고려하기 때문에 그 외 공터 지역을 사유지에 포함되는 나대지로 추정하였다. 이러한 의도는 서울시의 나대지가 반공터로 존재하는 곳이 대부분이며, 또한 일부 주택가에서는 주차장·야적장 등의 특정 용도를 사용하고 있어 인근지역에서의 미세먼지 발생원이 되고 있기 때문이다.

현재 서울시 지역내 나대지에 관한 정확한 자료체계는 작성되어 있지 못한 실정이다. 다만 지목별 현황자료에 근거한 土地分 財産稅의 부과내용중 建物分이 제외된 부분을 나대지로 인식할 경우, 이에 관한 자료는 서울시 전자계산소를 통하여 얻을 수 있다. 한편으로 서울시가 발주한 용역사업중에 포함된 나대지 현황조사에 관한 자료를 이용하여 나대지 면적을 산정하면 <표 2-10>과 같다.⁶⁾

먼저 사유지와 시·국유지를 총괄할 경우, 총면적은 약 370km²에 상당함을 알 수 있다. 이 중 사유지는 30.2%이고 시·국유지는 69.8%의 비중을 보여, 나대지의 절대적 비중은 사유지보다는 시·국유지에 편중되어 있는 것으로 분석된다. 그리고 사유지인 나대지의 공간적 분포를 살펴보면 강남구, 서초구, 강서구, 송파구 등의 소수의 구 자치단체를 제외한 나머지 구별 나대지 분포는 큰 變異를 보이지 않고 있다. 이러한 제반 사항을 감안하게 되면, 주거지역에서의 小規模工事 需要는 나대지 분포가 많은 강남구·서초구·강서구·송파구 등이 해당되어 생활주변 미세먼지 발생이 여타 기초자치단체에 비하여 상대적으로 높은 수치를 보일 가능성이 많게 된다. 한편으로 소규모 공사의 특성상 향후 중·개축 수요도 또한 점증할 것으로 예상되나, 이에 못지않게 생활주변 미세먼지 발생원인 나대지 관리에도 역점을 두어야 할 것이다.

6) 서울시 지역내 裸地는 먼저 사유지와 국공유지로 구분할 수 있으며, 이들 나대지는 서울시 지적공부등록지상 과세대상지, 학교용지, 체육용지, 유원지, 잡종지 등으로 분류되어 있다.

<표 2-10> 서울시 나대지 현황

(단위: m²)

구 분	사유지	시·국유지
서울시	11,179,840.1	25,821,209.7
종로구	654,751.5	316,512.3
중구	118,560.3	409,109.8
용산구	242,715.6	776,970.9
성동구	210,670.4	670,564.1
광진구	195,266.9	625,227.3
동대문구	214,117.8	98,718.6
중랑구	300,849.9	110,882.1
성북구	356,689.4	85,509.4
강북구	318,866.9	178,405.6
도봉구	267,312.8	165,543.8
노원구	464,322.5	1,240,058.5
은평구	337,686.8	522,874.3
서대문구	295,853.6	240,608.8
마포구	531,274.4	2,865,812.3
양천구	455,435.5	772,125.6
강서구	856,165.3	8,204,984
구로구	724,029.2	516,582.6
금천구	123,639.3	133,199.3
영등포구	358,744.4	231,832.6
동작구	192,849.5	556,111.8
관악구	310,318.5	270,367.7
서초구	1,011,436.6	1,214,238.2
강남구	1,272,306.2	2,004,004
송파구	810,428.8	2,567,989.9
강동구	556,528.0	1,042,976.2

주: 사유지는 서울시 과세대상 토지 중 건물이 없는 나대지 현황임.

자료: 서울시전자계산소 제공

(3) 학교운동장 현황

일반적으로 학교운동장의 미세먼지 발생량은 운동장의 路面狀態에 따라 큰 차이를 나타내게 된다. 즉 운동장의 모래나 흙이 미세할 경우 바람에 날리기 쉬워 많은 양의 미세먼지가 발생하게 됨이 일반적이다. 학교운동장을 대상으로 한 미세먼지 현장측정 결과자료(제3장 참조)에 의하면, 운동장 표면상태에 따라 미세먼지 오염농도가 큰 편차를 나타내고 있음을 알 수 있다.

현재 일부 학교운동장의 경우, 표면을 증왕사 등의 모래로 처리하여 모래입경이 바람에 흩날리지 않게 하여 미세먼지 저감의 간접적 대안을 마련하고 있다. 그러나 아직도 대부분의 학교에서는 운동장의 모래와 흙이 미세하여 비산먼지 발생량이 상대적으로 높은 수치를 보이고 있다. 한편으로 지하수를 이용하여 간헐적 살수를 하고 있으나, 살수의 근본적 취지는 학교운동장 사용에 따른 미세먼지 발생을 저감하여 학생들의 인체건강 피해를 예방하는 차원보다는 체육활동을 단순보조하는 정도이다. 더구나 학교운동장 시설기준상에는 먼지오염을 저감하기 위해 이용될 수 있는 지하수 시설설치에 관한 규정이 없어 먼지저감 수단이 미약한 실정이다.

이에 학교운동장에서의 미세먼지 관리대책 마련의 기초자료를 얻고자, 먼저 학교운동장 현황을 살펴보면 <표 2-11>과 같다.

<표 2-11> 서울시 학교운동장 현황

(단위: 천m²)

구명	초등학교	중학교 (국·공립)	중학교(사립)	고등학교 (국·공립)
종로구	129(14)	46(2)	26(7)	88(3)
중구	111(12)	58(4)	1(5)	23(1)
용산구	196(15)	65(4)	1(4)	65(3)
성동구	197(15)	94(8)	-(1)	33(1)
광진구	168(18)	108(8)	21(3)	49(3)
동대문구	262(20)	142(9)	44(7)	16(1)
중랑구	242(19)	122(9)	17(3)	55(3)
성북구	316(24)	149(7)	63(9)	57(3)
강북구	163(12)	71(5)	5(4)	-(0)
도봉구	240(19)	132(10)	5(2)	-(0)
노원구	448(38)	252(18)	59(5)	30(2)
은평구	322(23)	128(9)	90(7)	-(0)
서대문구	205(18)	79(5)	56(9)	23(1)
마포구	249(20)	109(7)	26(5)	20(1)
양천구	298(24)	206(15)	44(3)	46(2)
강서구	399(32)	163(13)	17(6)	17(1)
구로구	267(19)	166(11)	14(1)	53(3)
금천구	197(15)	96(7)	66(2)	13(1)
영등포구	275(20)	130(11)	-(1)	89(6)
동작구	250(18)	163(12)	59(4)	40(2)
관악구	271(19)	174(11)	20(4)	72(4)
서초구	258(20)	177(12)	24(3)	136(5)
강남구	415(30)	247(17)	104(6)	219(6)
송파구	399(31)	254(18)	71(6)	171(6)
강동구	305(24)	123(10)	36(6)	18(4)

주: ()안의 숫자는 학교수를 나타냄.

자료: 서울시, 「서울시 통계연보」, 1997.

(<표 2-11>계속) 서울시 학교운동장 현황

(단위: 천m²)

구명	고등학교(사립)	실업계고등학교 (국·공립)	실업계고등학교 (사립)	대학교
종로구	246(9)	32(1)	20(2)	356.83(3)
중구	122(6)	34(2)	33(4)	199.94(4)
용산구	101(4)	40(2)	12(2)	212.14(2)
성동구	40(1)	57(2)	-(0)	573.38(2)
광진구	101(5)	-(0)	9(1)	701.42(3)
동대문구	176(5)	-(0)	24(2)	897.85(4)
중랑구	28(1)	-(0)	55(3)	48.53(1)
성북구	158(7)	25(1)	116(3)	1339.28(7)
강북구	273(3)	-(0)	28(1)	-(0)
도봉구	50(2)	28(1)	72(2)	186.67(1)
노원구	283(10)	126(1)	181(8)	718.22(5)
은평구	101(5)	-(0)	151(8)	-(0)
서대문구	99(7)	-(0)	-(0)	1621.01(6)
마포구	114(4)	-(0)	19(3)	265.23(3)
양천구	139(8)	22(1)	12(1)	-(0)
강서구	223(12)	12(1)	79(5)	90.84(1)
구로구	53(1)	-(0)	97(6)	72.2(3)
금천구	97(3)	-(0)	57(1)	-(0)
영등포구	-(0)	13(1)	16(1)	-(0)
동작구	191(4)	58(1)	-(0)	356.28(4)
관악구	125(6)	-(0)	136(6)	4621.36(1)
서초구	103(4)	14(1)	33(1)	227.56(2)
강남구	316(10)	13(1)	108(3)	-(0)
송파구	161(6)	16(1)	43(2)	99.2(1)
강동구	144(6)	-(0)	57(4)	-(0)

주: ()안의 숫자는 학교수를 나타냄

자료: 서울시, 「서울시 통계연보」, 1997.

(4) 어린이 놀이터 현황

어린이 놀이터는 주로 住宅街에 인접해 있어 직접적인 미세먼지 발생원이 될 뿐만 아니라 흙과 모래가 도로로 流失되기 쉬워 차량의 이동으로 인한 2차적인 먼지 발생원이 되고 있다. 대부분의 놀이터는 안전사고를 줄이기 위하여 미세한 모래를 사용하고 있으나, 이로 인한 비산먼지의 발생량이 많아 인근주택에 대한 피해 및 어린이들의 呼吸器에 영향을 미칠 것으로 우려되고 있다. 서울시 지역내 어린이놀이터 현황은 <표 2-12>와 같다.

<표 2-12> 서울시 어린이 놀이터 현황

구 명	현 황	어린이 놀이터	
		개소	면적(m ²)
종로구		29	69,456.9
중구		23	34,938.5
용산구		20	41,229.7
성동구		35	49,087.2
광진구		40	38,649.0
동대문구		24	35,102.9
종량구		42	47,137.5
성북구		17	35,719.0
강북구		32	42,266.2
도봉구		37	46,585.3
노원구		91	163,525.0
은평구		38	43,435.0
서대문구		38	59,768.2
마포구		41	47,367.1
양천구		68	114,192.2
강서구		102	133,523.7
구로구		20	26,731.8
금천구		41	39,270.0
영등포구		17	56,805.5
동작구		26	29,049.5
관악구		69	69,719.6
서초구		92	220,128.6
강남구		63	96,821.8
송파구		69	97,822.6
강동구		45	66,113.2
합 계		1,119	1,704,446.0

자료: 서울특별시교육청 내부행정자료(1997) 및 서울시 공원현황 I(1997).

(5) 漢江 둔치 현황

한강 둔치는 면적이 넓고 다른 지역에 비하여 풍속이 강하여 노출표면이 있을 경우에는 비산먼지의 발생량이 크게 증가하게 된다. 즉 한강 둔치 지면의 상태를 여름·가을과 겨울·봄으로 구분할 경우 季節的 變異性이 높게 나타나는 특성을 보인다. 대부분의 지역이 잔디와 풀과 같은 식물들이 성장하여 지면을 덮고 있는 여름과 가을철에는 비산먼지의 발생이 상대적으로 적게 나타나지만, 겨울철과 봄철에는 지면이 노출되어 비산먼지의 발생을 급격히 증가시키게 된다. 즉 고정 노출원인 운동장 이외 장소의 경우, 비산먼지 발생량의 변이도는 계절적인 영향에 좌우됨을 알 수 있다.

<표 2-13> 서울시 지역별 한강시민공원 면적현황

구 분	구 명	면 적(m ²)
고덕지구	강동구	247,600
광나루지구	강동구	673,200
풍납지구	송파구	257,400
잠실지구	송파구	541,200
뚝섬지구	광진구	547,800
잠원지구	강남구	290,400
반포지구	서초구	567,600
이촌지구	용산구	495,000
여의도지구	영등포구	706,200
양화지구	영등포구	244,200
망원지구	마포구	346,500
난지지구	마포구	1,263,900
양천지구	강서구	712,900
총계	9개구	6,893,900

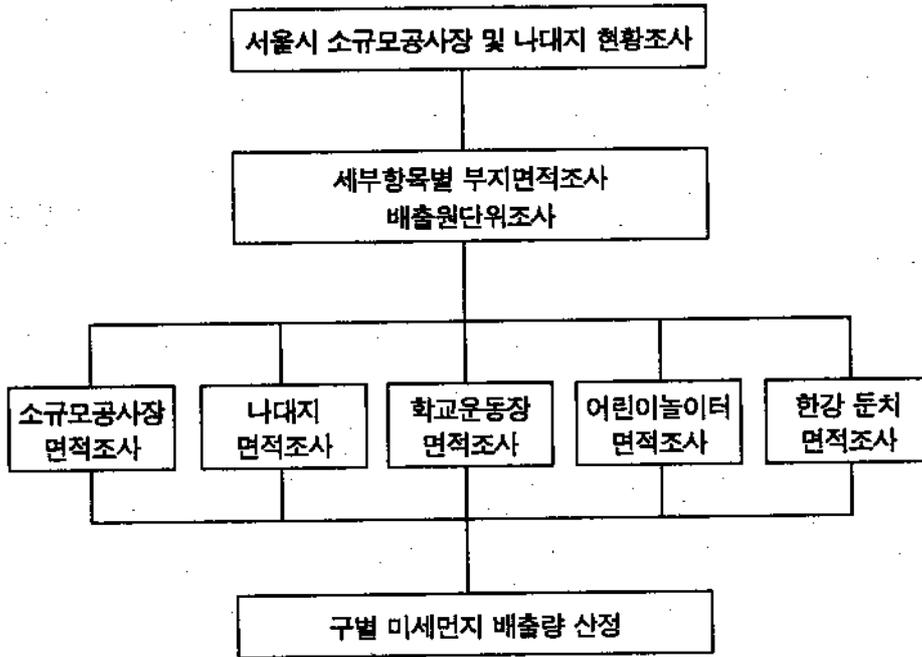
자료: 서울시정개발연구원, 「한강시민공원 종합관리계획」, 1996. 12.

한강 둔치는 江邊 兩岸을 따라 草地와 한강시민공원의 형태로 이루어져 있으며, 한강 시민공원은 위로는 고덕지구로부터 아래로는 양천·난지지구까지 帶狀으로 뻗어 있다. 한강 시민공원의 면적은 총 39.9km²이며 이중 수역이 33.0km²이고 공원면적이 6.9km²(기존 10개지구: 4.7km², 미시설지구 3개: 2.2km²)의 방대한 면적을 차지하고 있다(서울시정개발연구원, 1996). 상기의 한강 시민공원은 면적이 넓고 다른 지역에 비하여 풍속이 강하여 노출표면이 있을 경우에는 비산먼지의 발생이 급격히 증가하게 되고, 계절적인 영향으로 인한 지면의 변화에 따라 비산먼지의 발생이 큰 폭으로 변동하게 됨이 상례이다. 서울시 지역별 한강시민공원의 면적현황은 <표 2-13>과 같다.

2. 비산먼지 발생량 산정방법

생활주변 미세먼지 발생원에 관한 그릇된 인식은 '적은 발생량·작은 영향'이라는 일반적인 고정관념이라고 할 수 있다. 그러나 비록 소규모 발생원에서 배출되는 미량의 미세먼지라고 하더라도, 생활공간상에의 부정적 영향이 우려될 경우, 이에 관한 적절한 대응조치는 반드시 수반되어야 한다. 이러한 인식전환과 대응조치의 일환으로서 가장 먼저 고려되어야 할 사항으로는 생활주변 미세먼지 발생원 파악 및 발생량 산정, 그리고 오염도수준 측정이라고 할 수 있다. 이에 소규모 공사장과 나대지 등에서 발생하는 미세먼지의 발생량 산정과정을 나타내면 다음과 같다.

소규모 공사장과 나대지의 비산먼지 발생량을 산정하기 위해서는 우선적으로 배출목록을 구성하기 위한 배출원별 排出係數가 마련되어야 한다. 먼오염원 배출계수중 비산먼지는 力學的 亂流에 의해서 입자상 물질들이 대기중으로 방출된 것으로, 이러한 배출계수는 일반적으로 배출관련 인자들간의 수학적 관계를 이용하여 확정된다. 이와 같은 방법으로 排出原單位(배출계수)가 확정되면 배출계수에 대상면적을 곱하고, 또한 입자크기에 따른 보정을 하게되면 대상 입경별 비산먼지 발생량을 산정할 수 있게 된다. 이에 연구대상별 미세먼지 발생량 산정과정을 도식화하면 <그림 2-3>과 같다.



<그림 2-3> 생활주변 미세먼지 발생량 산정과정

주: 배출량 산정과정: $Q(\text{배출량}) \approx \theta(\text{보정계수}) * \alpha(\text{배출계수}) * A(\text{면적})$

(1) 소규모 공사장

건축이나 도로건설 등과 같이 먼지가 배출되는 주요 공사에는 土地整理, 발파작업, 지하굴착, 切土 및 成土, 특정설비 등의 일련의 건설과정이 수반된다. 실제적으로 같은 유형의 공정 일지라도 매일의 활동수준, 공정상황, 기상조건 등에 따라 비산먼지의 발생량이 달라지는 것이 상례이다. 그러나 개별적인 실측을 통하여 먼지 배출량을 정확하게 파악하는 것은 현실적으로 매우 어려우므로, 통상적으로 일반화된 공식을 이용하여 산정하고 있다. 건설현장에서 발생하는 비산먼지의 배출량을 산정하기 위하여 특별히 지정된 공식은 없으나, 본 연구에서는 야외측정에 기초하여 현재 미국 環境廳(US EPA)에서 추천하고 있는 다음과 같은 배출계수를 원용하고자 한다.

1.2 ton/acre/month
(32.14 g/평/day, 9.72 g/m²/day)

상기 배출계수는 중간정도의 활동수준과 중간정도의 氣候條件(Thornthwaite 강우-증발산 지수 50이하)에서 silt(직경 75 μ m이하 입자)함량이 30%이하이고 입자직경이 30 μ m이하인 건설 현장에 적용할 수 있다(환경부, 1995). 실제적으로 서울시 공사장의 기후조건 및 silt함량(18%)이 상기의 기준에 근사하므로, 소규모 공사장의 비산먼지 발생량 산정시 이의 배출계수를 사용하고자 한다. 따라서 서울시 소규모 공사장의 면적에 排出係數를 곱하고, 또한 입자크기에 따른 補整係數를 고려하여 비산먼지 발생량을 산정한다. 단, 공사장의 입자크기에 따른 비산먼지 추정계수는 야적장에서의 계수값과 흡사할 것으로 추정되므로 보정계수1.00(입자직경 30 μ m이하)을 기준으로 환산한 값을 적용하였다(<표 2-14>참조).

<표 2-14> 건설현장에서의 비산먼지 발생량 산정 보정계수

<30 μ m	<15 μ m	<10 μ m	<5 μ m	<2.5 μ m
1.00	0.65	0.47	0.27	0.15

자료: 환경부(1995).

한편 건설현장에서 발생하는 건설차량 활동수준(VKT : vehicle kilometers traveled)에 기초를 둔 PM10 배출계수는 미네소타주의 건설현장에서 연구된 결과로서 토사굴착, 토사운반, 건설차량 활동에 대한 것이 있다(<표 2-15>참조). 그러나 소규모 공사장의 개별 먼지 발생량 산정시 이를 구체적으로 적용할 수 있으나, 해당 공사장의 건설장비 투입에 따른 미세먼지 발생량 현황분석에 참고사항으로서 제시하고자 한다.

<표 2-15> 건설차량 활동수준에 근거한 PM10 배출계수

토사굴착(Topsoil removal)	5.7kg/km·대
토사운반(Earthmoving)	1.2kg/km·대
차량운행(Truck haulage)	2.8kg/km·대

자료: 현대건설주식회사, 「건설현장 환경관리 지침서」, 1996. 9.

미세먼지 배출량 산정을 위한 소규모 공사장의 면적 산정은 1995년 건축허가 항목중 조적조와 목조, 그리고 기타 건축의 경우 문교용을 제외한 건축허가 사항을 모두 1000m²이하로 합산하였다. 또한 철근철골조중 1000m²이하가 섞여 있는 住居用인 경우 전체 건축허가 면적의 50%를 延面積 1000m²이하의 소규모 공사장으로 추정하여, 당해 면적을 산정하였다(서울시, 1996).

한편 일반적인 소규모 공사장의 경우 단위 공사당 평균 공사기간이 3.5개월(107일)이므로, 단위공사장에서 공사일수 산정은 연간 미세먼지 발생을 직접적으로 억제시키는 강우량인 10mm이상에 대한 일수중 3.5개월에 해당하는 날수를 제외시켜 산정하였다. 강우량이 10mm 이상인 연간 평균일수는 서울기상대에서 공식적인 평균치로 34일을 제시하고 있으며 이 값중 3.5개월에 해당하는 10일을 전체 공사일수에서 제외시켜 계산하였다.

(2) 나대지(학교운동장·어린이놀이터 포함)

학교운동장 및 어린이놀이터는 裸地에 해당되며, 그 이외의 빈 공터인 나대지와 함께 서울시 생활주변 미세먼지 발생의 주된 발생원이 되고 있다. 나대지의 경우 특별히 조사되고 권장되는 미세먼지 배출계수가 없는 실정이므로, 나대지와 가장 흡사할 것으로 생각되는 농업 활동에 의한 배출계수를 적용하여 배출량을 산정하고자 한다.

$$E = k(5.38)(s)^{0.6}$$

단, E = 배출계수(Kg/hectare)
 k = 입자크기에 따른 보정계수
 s = 표면토양의 silt 함량(%)

상기 공식에서 排出係數 항목중 silt 함량과 補整係數 k값이 기본적으로 조사되어야 한다. 이에 서울시 나대지의 silt 함량은 평균값인 18%를 적용하였으며(환경처, 1993. 12), 입자크기에 따른 보정계수 k의 값은 다음과 같다.

<표 2-16> 먼지 입자크기에 따른 보정계수 적용

TSP	<30 μ m	<15 μ m	<10 μ m	<5 μ m	<2.5 μ m
1.00	0.33	0.25	0.21	0.15	0.10

자료: 환경부(1995).

미세먼지 배출량 산정을 위한 나대지 면적 산정은 草地 및 鋪裝面積을 고려하여 전체면적의 50%를 미세먼지(PM10) 발생원으로 추정하였고, 학교의 경우 나대지가 거의 없을 것으로 판단되는 대학교 부지면적을 제외시킨 후 학교운동장 면적에 해당되는 50%를 미세먼지(PM10) 발생원으로 할당하여 배출량을 산정하였다. 또한 어린이놀이터는 전체면적의 80%를 미세먼지 발생원으로 추정하였다. 위에서와 같이 산정된 발생원 면적에 排出原單位를 곱하여 서울시 나대지의 입경별 미세먼지 발생량을 산정하였다.

(3) 한강 둔치(시민공원)

한강 둔치는 일반적으로 나대지에 속하나, 그 면적이 방대하고 江邊 兩岸을 따라 분포되어 있으며 미세먼지 발생정도가 큰 폭의 계절적 변이성을 보이는 관계로, 본 연구에서는 별도로 고려하고자 한다. 한강시민공원의 미세먼지 발생 양상은 固定 露出源인 운동시설 부지를 제외하면 계절적인 영향을 받아 비산먼지의 발생이 큰 폭으로 변동하고 있음은 전술한 바와 같다.

〈표 2-17〉 서울시 지역별 한강시민공원 운동장면적 현황

구 분	구 명	면 적(m ²)
고덕지구	강동구	-
광나루지구	강동구	39,000
풍납지구	송파구	12,000
잠실지구	송파구	21,000
뚝섬지구	광진구	29,500
잠원지구	강남구	19,500
반포지구	서초구	24,000
이촌지구	용산구	42,000
여의도지구	영등포구	38,500
양화지구	영등포구	10,000
망원지구	마포구	26,000
난지지구	마포구	-
양천지구	강서구	-
총계	9개구	261,500

주: 한강 둔치의 운동장시설은 현재 장소별 갯수만 파악되어 있어, 시설부지 면적 산정은 개략적인 규모산출에 따른 값을 합산하였음.

이에 배출원 면적 산정은 전체면적에서 연중변화가 없는 露出垈地인 운동시설 부지면적 (<표 2-17>참조)을 제외한 후, 잔여면적에 대하여 겨울과 봄은 60%를 여름과 가을은 10%를 지정(<표 2-18>참조)하고, 지정한 값에 운동시설 부지면적을 합한 값을 미세면지 발생원으로 하여 계절변동에 따른 비산먼지 발생 변이성을 추정하고자 한다. 한강 둔치(시민공원)중 운동 시설을 갖추고 있는 지역은 10개 지역이며 고덕, 난지, 양천 3개지역은 草地의 형태로 구성되어 있다.

<표 2-18> 서울시 한강시민공원 계절별 미세먼지 발생면적 현황

(단위:m²)

구 분	여름·가을	겨울·봄
고덕지구	148,560	247,600
광나루지구	102,420	419,520
풍납지구	36,540	159,240
잠실지구	73,020	333,120
뚝섬지구	81,330	340,480
잠원지구	46,590	182,040
반포지구	78,360	350,160
이촌지구	87,300	313,800
여의도지구	105,270	493,120
양화지구	33,420	150,520
망원지구	58,050	218,300
난지지구	758,340	126,390
양천지구	427,740	71,290
총계	702,300	2,906,300

자료: 본 연구원에서 산출한 것임.

3. 비산먼지(PM-10) 배출량 산정결과

생활주변 미세먼지 발생원인 소규모 공사장·나대지(학교운동장, 어린이 놀이터 포함)·한강 둔치 등의 항목별 배출량 산정방법에 따른 결과는 <표 2-19>와 같다.

<표 2-19> 서울시 구별·항목별 소규모공사장·나대지 비산먼지 배출량 (단위: kg/년)

구명	소규모 공사장	나대지	어린이 놀이터	학교운동장	한강 둔치	구별총계
종로구	48,474	311	36	188	-	49,009
중구	26,502	169	18	122	-	26,811
용산구	49,780	326	21	154	128	50,409
성동구	146,892	282	25	135	-	147,334
광진구	107,899	263	20	146	135	108,463
동대문구	196,987	100	18	213	-	197,318
중랑구	56,269	132	24	166	-	56,591
성북구	120,208	141	18	283	-	120,650
강북구	86,369	159	22	173	-	86,723
도봉구	70,007	139	24	169	-	70,339
노원구	349,121	545	84	441	-	350,191
은평구	82,842	275	22	253	-	83,392
서대문구	51,162	172	31	148	-	51,513
마포구	109,556	1,087	24	172	372	111,211
양천구	84,672	393	59	245	-	85,369
강서구	115,000	2,900	68	291	160	118,419
구로구	161,063	397	14	208	-	161,682
금천구	73,518	82	20	168	-	73,788
영등포구	96,697	189	29	167	233	97,315
동작구	90,467	240	15	244	-	90,966
관악구	198,270	186	36	255	-	198,747
서초구	131,797	712	113	238	137	132,997
강남구	195,522	1,048	50	455	73	197,148
송파구	134,184	1,081	50	357	193	135,865
강동구	78,314	512	34	219	223	79,302
총계	2,861,572 (99.31%)	11,841 (0.4%)	875 (0.03%)	5,610 (0.2%)	1,654 (0.06%)	2,881,552 (100.00%)

자료: 본 연구원에서 산출한 것임.

이에 의하면 서울시 生活周邊 微細먼지의 총 배출량은 2,873.4톤/년이며, 소규모 공사장이 전체 발생량의 99.3%를 차지하는 반면 나대지(0.4%), 한강 둔치(0.05%), 어린이놀이터(0.03%), 그리고 학교운동장(0.02%) 등에서의 발생은 매우 미약한 수준을 나타내고 있다. 결과적으로 향후 서울시 생활주변 미세먼지 발생량의 원천적 저감을 도모하기 위해서는 일차적으로 소규모 공사장이 주된 저감·관리대상임에 유의할 필요가 있다. 또한 環境部(1997) 자료를 바탕으로 서울시의 1996년 미세먼지 총발생량 129천톤과 비교하게 되면, 본 연구대상인 생활주변 발생원의 비중은 약 2.23%를 차지하는 것으로 분석된다. 특히 소규모 공사장의 기여도는 2.21% 비중을 보여, 대형 공사장의 6% 수준에는 미치지 못하나 향후 미세먼지 저감·관리의 주요 대상으로 인식되어야 함을 알 수 있다.

한편 서울시 지역내 미세먼지 오염수준에 영향을 미치는 외부인자로는 서울시 인근지역에서의 유입경로(예: 대규모 공사장으로부터의 비산먼지 및 노천소각) 및 越境汚染의 일종인 중국으로부터의 황사 유입현상을 지적할 수 있다. 그러나 양자의 경우, 서울시 유입경로 분석과 확산량을 정형화하기에는 현재까지 자료체계가 근본적으로 정립되어 있지 못한 실정이다. 더욱이 외부인자가 서울시 지역내 생활주변 공간에 미치는 영향분석은 아직까지 뚜렷한 연구성과나 진전이 없는 상태여서, 본 연구에서는 외부유입에 의한 미세먼지 오염수준 기여도는 향후의 과제로 남겨두도록 한다.

제 3 절 일반적 미세먼지 저감대책

먼지는 크게 燃燒施設에서 주로 발생하는 미세먼지와 공사장, 작업장, 도로 등에서 발생되는 비산먼지로 구분하여 접근할 수 있다. 서울시에서 발생하는 미세먼지의 주요발생원으로 자동차, 발전시설 및 산업체, 대형건물, 아파트 연소보일러 등을 들 수 있다. 특히, 국내 여건상 경유자동차 매연에 의한 미세먼지발생량이 중요한 부분을 차지하고 시민의 체감오염도를 높이는 요인이 되고 있어, 이의 획기적 저감방안 수립이 당면과제로 대두되고 있다.

한편, 먼지의 주요 발생원으로 문제가 되고 있는 것은 지하철 공사장, 대형 아파트 건설공사장, 도로공사 등 대형 공사장과 연탄제조시설, 유리제조시설 등과 같은 먼지 다량배출업소를 들 수 있다. 그러나 먼지다량 배출업소는 대부분 이전하였거나 소규모 시설이어서 크게 문

제시되지 않고 있으며 대규모 공사장의 비산먼지 관리대책이 더욱 강화되어야 한다. 그러나 최근 「삶의 질」 평가기준이 環境性 追求와 연계되고 있는 추세이므로, 생활주변 대기환경 오염원인 소규모 공사장,나대지, 학교운동장 등 포장이나 식재가 되지 않은 부지에 대한 대책이 수립되어야 할 것이다. 현재 서울시에서 추진중이거나 시행예정인 먼지저감대책을 종합하여 살펴보면 다음과 같다(<표 2-20> 참조).

1. 비산먼지 및 연소먼지 개선대책

(1) 현황 및 문제점

비산먼지에서 가장 중요한 배출원은 교통수단에 따른 마모, 도로 먼지재비산, 건설 공사장, 야적장, 먼지다량배출업소에 의한 것으로 이들의 再飛散 과정에서 시정악화와 인체건강에 영향을 줄 수 있다. 특히 아파트, 지하철, 도로 등의 건설사업장에서의 비산먼지, 분립체의 야적장과 운송과정에서의 흙날림, 노천소각 및 쓰레기 매립으로 인한 매연, 사고나 자연현상에 의한 연기 또는 먼지, 화재·산불·나대지 및 쓰레기 매립장에서의 비산먼지, 황사 등이 문제가 된다. 또한 흡연 및 음식조리·지하공간 등의 경우, 室內 空氣質 악화문제가 새롭게 대두되고 있다.

(2) 개선수단분석

비산먼지 다량 발생원 관리를 위해서는 첫째, 건설공사장의 비산먼지 管理指針 작성 및 시행이 필요하며, 이에 비산먼지 저감시설기준·시설운영기준 등이 포함되어야 한다. 특히 공사장의 경우 월1회 이상(漏水期 월2회) 먼지발생 지도점검 실시, 먼지역제시설 설치운영 및 흙먼지 발생여부 확인, 그리고 굴착공사장에 대한 굴착후 토사방치 여부 점검 등이 중점사항이 될 수 있다. 둘째, 도로먼지 청소강화와 청소방법의 개선(먼지가 날리지 않고 수거되도록 함)을 통한 도로먼지 재비산 억제가 필요하다. 셋째, 주요 먼지발생 야적장의 파악과 덮개 설치, 지하 및 실내 저장고 설치 등 야적장 관리가 또한 필요하다. 넷째, 연소먼지 다량 발생원 및 먼지 다량 발생업소 관리가 필요하며, 이에 유리제조업체등 다량배출업소의 지속적 지도·점검과 시설개선 그리고 시설이전 등이 검토되어야 한다.

기타사항으로는 중유사용 보일러에 대한 매연 관리강화 및 노천소각 특별규제 등이 검토될 수 있다.

(3) 실천방안 및 시행효과

비산먼지 多量發生源 관리의 경우 건설공사장 관리, 도로먼지 재비산 관리, 야적장관리 등의 세부 실천방안과 연계실시하며, 연소 먼지 다량 발생원관리를 위해서는 기존 관리대책과의 통합관리를 실시하고 施設設置基準의 마련이나 권고 실시가 필요하다. 이와같은 먼지다량 발생원의 중점관리를 통하여 발생단계에서부터 저감을 도모할 수 있게 된다.

<표 2-20> 서울시 먼지저감 대책별 주요내용

대 책 별	주 요 내 용
도로 기계화 청소 확대실시	·진공흡입청소차 139대의 가동율 90%이상 향상 도모 ·진공흡입청소차의 효율적 운영을 위한 브러쉬의 적정사용과 적정 운행속도 준수 ※적정운영 속도: 중형-4km/시간, 대형- 6km/시간
가로수 및 도로변 수림대 관리방법 개선	·가로수 보호관의 도심지역에서 변두리지역까지 확대 설치 ·수림대 조성시 흙을 경계석 상단 5cm이하로 복토하여 토사유출 방지 도모
지하철역 배수를 이용한 도로 물청소 추진	·기존 지하철 역사 및 시공구간에서 발생하는 지하수의 다목적 활용방안 모색
비포장 도로 관리강화	·비포장도로 포장율 향상(92.2% → 94.5%) ·나대지와 하천 및 제방둑에 표지판 설치를 통한 차량통행 제한 유도
공사장 먼지발생 방지	·월1회이상 (갈수기 월2회) 지도점검 실시 ·먼지억제시설 설치운영 및 흙먼지발생 여부 확인 ·굴착공사장에 대한 굴착후 토사방지 여부 점검
대시민 홍보 지속적 추진	·포스터, 책자등 발간 배포 ·대기오염 및 공익광고 전광판을 이용한 지속적 홍보 ·TV, 라디오 및 종합유선방송 대담 추진 ·반상회보, 지역신문게재 및 주민설명회 개최 ·동사무소의 자체방송망 및 아파트관리사무소 적극활용

자료: 서울시, 내부자료(1997년).

2. 도로먼지 청소대책

(1) 현황 및 문제점

비산먼지의 경우 移動汚染源의 기여도가 가장 높고 그 활동이 도로에서 주로 이루어지는 만큼 도로의 먼지나 쓰레기 등의 청소가 계속해서 이루어져야 한다. 이에 서울시는 인력(환경미화원)을 동원한 청소방법이 대부분을 차지하고 있으나, 기계화 및 효율적인 청소방법과 再飛散 防止를 위한 방법 등의 개발이 필요하다.

(2) 개선수단분석

상설 먼지 청소차량 및 인력 확충으로 실행상의 어려움을 극복하고 또한 지속적 관리를 위한 상설차량의 확보가 필요하다. 한편 건식방법보다는 습식방법이 먼지를 가라앉혀 줌으로 보다 더 효율적이라 할 수 있으므로 물을 사용한 청소방법의 채택이 필요하다. 또한 동절기에 제설제 처리후 청소를 통해 제설제로 인한 비산먼지가 발생되지 않도록 하여야 한다.

(3) 실천방안 및 시행효과

먼지제거 차량 구매와 인력확보, 소방용수 등을 이용한 물청소 또는 살수차량을 이용한 물청소 실시, 제설제 사용할 때 이의 적정화 및 適期 清掃, 가로 청소와의 연계 실시, 그리고 민간대행 체제의 적극검토 등을 고려할 수 있다. 이의 시행효과로는 도로 비산먼지의 효과적 감소, 도로의 쾌적성·정숙성의 제고, 그리고 도시이미지의 향상을 도모할 수 있다.

3. 나대지 특별대책

(1) 현황 및 문제점

미개발지, 비포장도로, 학교운동장, 강변유희지 등 비포장 지역에 대한 구체적인 대책이 없어 비산먼지의 또다른 발생원이 되고 있다.

(2) 개선수단분석

裸地는 표면의 상태에 따라 비산먼지의 발생을 유발하고 특히 자동차의 통행이나 시민이나 학생들의 보행 및 운동시 비산먼지의 발생원이 되고 있으므로 표면 포장이나 식물 식재, 잔디 식재 등을 통하여 표면층을 처리함으로써 먼지발생을 저감할 수 있다. 또한 나대지에 대

한 정밀조사를 실시하여 토지의 성격에 맞는 표면처리가 필요하다.

(3) 실천방안 및 시행효과

비포장도로는 포장을 우선적으로 실시하고, 그렇지 못할 경우에는 녹화를 실시한다. 그리고 미개발지는 포장 또는 잔디식재를 실시한다. 江邊遊休地는 잔디포장 또는 특정식물을 식재하며, 학교운동장은 잔디운동장으로 조성하고 트랙은 폐고무분말 등을 이용한 바닥마감을 실시한다. 이를 통하여 비산먼지의 발생원을 근원적으로 차단하여 공기중 먼지농도의 저감이 가능하다.

4. 공사차량, 토사운반차량 살수·세륜 기준강화 및 시설의 설치

(1) 현황 및 문제점

서울시의 경우 매년 지하철 공사, 주택공사 등으로 공사차량·토사운반차량 등의 통행수요가 많으므로 살수·세륜·세차 시설에 대한 기준을 강화하고 시설 확충이 필요하다. 그러나 현실적으로 공사장 등에서 먼지처리시설은 형식적인 것이 많으므로 엄격한 시설기준의 설정·적용이 필요하다

(2) 개선수단분석

현재 공사장 등에서 이동식 살수시설에 의한 먼지저감이 주류를 이루고 있으나, 고정식 자동 살수시설의 설치를 유도하여 정기적으로 자동살수가 되도록 한다. 또한 세륜시설의 경우, 철저한 시행이 잘 이루어지지 않고 있으므로 보다 더 현실적인 방안 강구가 필요하다.

(3) 실천방안 및 시행효과

공사장 먼지대책의 경우, 고정식 살수장치로 매시간 살수를 통하여 표면에 습기가 항상 유지되도록 한다. 또한 대형공사의 경우 방진망 설치를 의무화 한다. 그리고 토사운반차량 세륜시설의 경우 차량길이 만큼의 세륜조와 측면살수시설을 설치하고, 세륜조의 물을 최소 1일 4회 교환하도록 한다. 한편 레미콘제조시설, 연탄제조시설 등의 먼지대책을 위해서는 출입구에 차량길이 1.5배 이상 규모의 세륜조와 측면살수시설을 설치하고 세륜조의 물을 계속 순환여과시켜 청결하게 유지한다. 그리고 원자재 저장시설 주위에 밀폐형 防塵網·살수시설을 설치하도록 하고 특수저장시설 설치를 유도한다. 또한 먼지를 발생원에서 근원적으로 발생억제

하기 위한, 보다 효율적인 방진시스템 개발을 유도한다.

5. 골재, 토사 등 저장시설 밀폐장치 기준 마련

(1) 현황 및 문제점

도시지역에서 필수시설인 각종 모래, 자갈, 토사, 연탄 등의 저장시설에 대한 먼지발생의 근원적 대처와 민원 예방차원에서 저장시설기준의 마련이 필요하다.

(2) 개선수단분석

먼저 비산먼지의 발생가능성이 있는 모래, 자갈, 토사, 연탄 등의 저장시설에 대하여 저장물질의 특성, 사용공정의 종류, 저장규모 등에 따른 저장시설 기준 마련이 필요하다. 한편으론 시설 기준의 경우 먼지발생을 최소한으로 감소시키면서 하역, 이송, 기타 작업이 용이하게 이루어지도록 고려해야 한다.

(3) 실천방안 및 시행효과

비산먼지 발생물질에 대하여 가능한 한 地下貯藏施設을 권장하고, 이 경우 운반차량 또는 운반시설이 지하에서 하역 및 이송작업이 이루어지게 한다. 지상시설의 경우 가능한 한 3면이 막히고 천정이 있는 구조가 되도록 하며, 운반차량 등의 통행이 가능하고 저장물질이 저장고 밖으로 나오지 않게 한다. 이와같은 효율적인 저장시설의 설치로 강풍이 불 경우에도 비산먼지의 발생을 극소화 시킬 수 있도록 한다.

6. 녹지조성 및 대기오염물질 흡수수종 개발과 육림(종합그린플랜 작성)

(1) 현황 및 문제점

대기오염의 간접적 억제대책으로는 자연의 자정능력을 배양하거나, 또는 생태계에 의한 흡수대책 등을 들 수 있다. 이를 위해서는 대기오염 발생측면에서의 대책과 더불어 식물체 등의 자연정화에 의한 저감측면에서의 대책이 필요하다. 그러나 이에 대한 고려는 그다지 이루어지지 않고 있다. 이에 기존 조경, 녹지계획과 연계하여 대기오염에 강하고 오염물질 흡수기능이 강한 수종을 선정하여 집중적으로 녹지를 조성할 필요가 있다.

(2) 개선수단분석

먼저 대기오염에 강하고 오염물질 흡수기능이 뛰어난 수종의 조사연구 및 대기오염을 정화할 수 있는 公園, 綠地 등의 지속적 확보가 선행되어야 한다. 한편으론 개발에 의한 녹지파괴시 이에 상응하는 녹지조성, 그리고 기존 녹지계획을 대기오염개선수단과 연계하여 실시하는 방안 강구가 필요하다.

(3) 실천방안 및 시행효과

대기오염에 강한 우수수종의 육림 실시를 고려할 수 있으며, 이는 각종 기관 및 사업체간 협조하에 실시하여야 한다. 그리고 서울시 녹지 계획에 대한 대기오염 측면에서의 분석 및 상호연계, 그리고 나대지 녹화사업의 장려가 필요하다. 즉 대기오염물질 自然淨化機能을 향상시킴으로써 전체적으로 대기질의 향상효과를 이루고, 또한 시민의 정서함양에도 도움을 줄 수 있을 것이다.

7. 대시민 홍보의 지속적 추진

(1) 현황 및 문제점

생활주변 먼지발생원에 의한 영향을 최소화하고 쾌적한 생활공간을 조성하기 위해서는 일차적으로 주민의 環境認識의 제고, 공동협조 및 감시 등의 체계적 확보가 필요하다. 그러나 먼저 오염에 대한 지역차원의 민원제기에 그치고 있는 실정이므로, 이에 관한 인식의 전환이 요구된다.

(2) 개선수단분석

먼저 지역주민의 인식제고를 위해서는 포스터, 책자 등의 발간·배포, 대기오염 및 공익광고 전광판을 이용한 지속적 홍보, TV·라디오 및 종합유선방송 대담 추진, 반상회보·지역신문 게재 및 주민설명회 개최, 그리고 동사무소의 자체방송망 및 아파트 관리사무소 등의 적극 활용을 통하게 되면 소기의 성과를 도모할 수 있을 것이다.

第 3 章 生活周邊 미세먼지 測定 · 分析

제 1 절 미세먼지 측정 및 분석동향

1. 개요

미세먼지의 측정장비로는 시간당 평균농도 값을 算定할 수 있는 Tape Sampler와, 일평균 농도 값을 얻을 수 있는 高容量抱集機(HIVOL) 및 Exposure profiler 등이 이용되고 있다. 그리고 순간농도를 측정하기 위해서는 주로 디지털 분진계(DDI)를 이용한다. 한편 최근에는 호흡성 분진을 측정하기 위하여 Andersen Air Sampler, Dichotomous Air Sampler, Annular Denuder System(ADS), 그리고 Tapered Element Oscillating Microbalance(TEOM) 등이 사용되고 있다.

2. 측정방법⁷⁾

(1) 고용량 공기포집장치(High Volume Air Sampler)

미세먼지(PM₁₀)를 측정하기 위한 일반적 장비로는 고용량 공기포집장치가 주로 利用된다. 당해 장치는 진공청소기처럼 作用하여, 공기를 흡입하게 되고 공기 중에 浮游하는 입자들은 필터를 통하여 포집된다. 이에 고용량 공기포집장치는 총먼지(TSP) 또는 보조장치를 부착하여 그보다 작은 직경의 입자(예: PM₁₀, PM_{2.5})들을 포집하도록 고안되어 있다. 이의 원리는 공기에 노출시키기 전·후의 필터 무게를 測定 · 分析하도록 되어 있어, 항상 일정한 습도를

7) 미세먼지의 측정방법은 베타선흡수법(β -ray absorption method)을 利用한다. 이는 Sampler로 미세먼지를 채취한 후 채취한 여지에 β 선을 통과시켜 미세먼지에 흡수된 β 선을 제외한 나머지 β 선의 양을 읽어들이어 미세먼지의 양을 측정하게 된다. 즉 샘플링 방법은 달라도 포집된 미세먼지를 읽는 방법은 β 선흡수법으로 동일함을 의미한다.

유지하도록 하는 것이 중요하다. 이러한 방법으로 6일 동안 매일 24시간 동안의 포집 입자를 측정하는 것이 일반적이다. 또한 미세먼지의 濃度를 결정하는데 있어 총공기 유량도 중요하므로 함께 측정한다.

참고사항으로서 미국의 경우 1987년 1월1일에 PM10 기준치가 법으로 지정되어, 이를 바탕으로 환경청(U.S. EPA)에 의한 지침설정과 전국적인 상시 측정망 설치가 이루어 졌다.

(2) Andersen Air Sampler

Andersen Air Sampler는 Jet Plate · 관성 포집관 · Backup 여지 · 유량계 · 흡입펌프 등으로 構成되어 있으며, 공기포집기의 原理는 하단으로 갈수록 Jet Plate의 구멍이 작아져 노즐을 통과할 때의 유속이 점차로 증가하도록 되어 있다. 이 경우 흡인된 공기중에 포함되어 있는 에어로졸(氣膠質)은 Jet Plate의 노즐에 의해 가속되어 충돌포집관에 포집된다. 즉 에어로졸 가운데 비교적 큰 입자는 流線에 따라 움직이지 않고 충돌포집관에 관성충돌하여 포집되게 된다.(공기동력학적 原理를 이용하여 입자크기 10 μ m이하의 미세분진 입자(0.4 μ m~9 μ m)를 8단계로 분리포집하며, 0.4 μ m이하 입자는 Backup 여지에 완전히 포집됨). 여지는 직경 80mm의 유리섬유 여지를 사용하며, 포집되는 에어로졸 입자크기는 노즐의 직경 · 노즐을 통과할때의 유속 · 포집공기의 점도 등에 의하여 결정되는 관성파라메타 K값에 따라 결정되어진다. 이에 관계식은 다음과 같다.

$$K = (C \cdot \rho \cdot v \cdot D_p^2) / (18 \mu \cdot D_c)$$

단, C = 보정계수

ρ = 입자의 밀도

v = 노즐통과시의 유속

D_p = 입자의 직경

μ = 기체의 점성계수

D_c = 노즐의 직경

(3) Dichotomous Air Sampler

Dichotomous Air Sampler는 Virtual Impactor로서 에어로졸의 입자를 직경 2.5 μ m이하와

2.5 μm 이상 두가지로 분리하여 포집하는 器機이다. 흡인성 에어로졸(직경 2.5 μm 이하)과 비흡인성 에어로졸(직경 2.5 μm 이상)을 分離하여 포집하기 위하여 사용되며, 여지는 직경 37mm의 Teflon Membrane Filter를 사용한다. 측정시 흡인유량은 0.1 m^3/hour (2.5 μm 이상의 입자)와, 0.9 m^3/hour (2.5 μm 이하의 입자)로 각각 固定시킨다. 따라서 총유량은 1.0 m^3/hour 가 되며, 유량 조절을 위하여 유량선택 밸브 및 유량제어기가 부착되어 있다.

(4) Annular Denuder System(ADS)

Annular Denuder System은 사이클론, 3개의 annular denuders tube, 그리고 2단 필터팩으로 구성되며, 입자상 및 가스상 물질의 동시포집이 가능하다. 입자상 물질의 포집에 있어서는 사이클론이 입자크기 2.5 μm 이상인 먼지를 제거하여 2단 필터팩(F1 : Teflon filter ϕ 47mm, F2 : Nylon Filter ϕ 47mm)에는 입자직경 2.5 μm 이하의 먼지만이 포집된다. 그리고 Flowmeter를 이용한 흡인유속은 10 L/min이 되도록 등속흡인하며, 총흡인 유량은 dry gas meter로 산정한다.

(5) Tapered Element Oscillating Microbalance(TEOM)

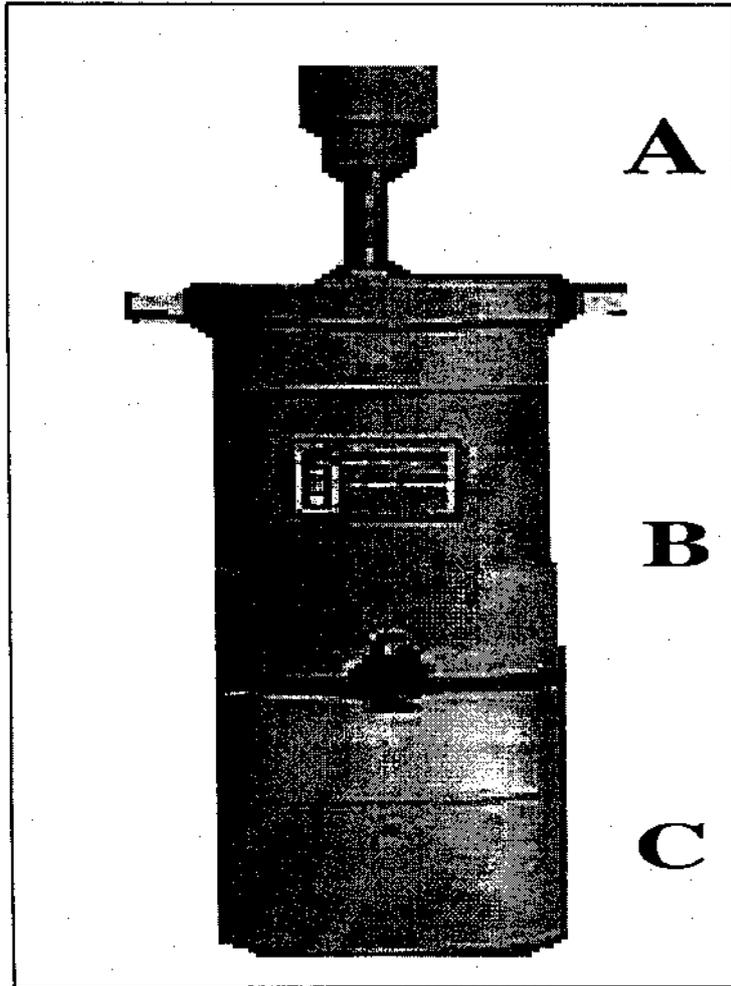
Tapered Element Oscillating Microbalance(TEOM)는 Vibrating tubular gas sensor상에 포집된 먼지의 무게를 測定하는 장비로써, 대기중 입자크기가 10 μm 이하인 먼지의 중량농도, 중량비, 총중량농도 등의 연속측정이 가능하다. 다음의 <표 3-1>은 TEOM의 分析條件을 나타낸다.

<표 3-1> Tapered Element Oscillating Microbalance(TEOM)의 분석조건

구 분	분석 조건
시료도입부의 유속	16.7 L/min
본체 유속	3 L/min
시료 온도	50 $^{\circ}\text{C}$
분진 농도	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to several g/m^3

(6) MINIVOL(작동방법)

미세먼지(PM10)와 가스상 汚染物質의 모니터링을 위한 장비로서, 크기가 작고 가벼우며 전지를 사용하도록 되어 있는 휴대용 측정장비이다(<그림 3-1>참조).



<그림 3-1> 미세먼지 측정기(MINIVOL)의 구성

A: Filter Assembly B: Sampler Body C: Battery Pak

이에 현장에서의 측정에 적합하다는 평가를 받고 있다. MINIVOL의 작동원리는 24시간 또는 일주일 동안에 6번을 가동할 수 있도록 프로그램이 내장된 타이머에 의해 제어되는 펌프형태의 장비라고 정의할 수 있다. 이의 장점으로서는 야외에서 사용할 경우, 여러가지 도구를

이용하여 선반 등에 걸어놓고 간편하게 사용할 수 있는 점이다.

MINIVOL 측정장비의 原理 및 構造의 경우, 공기가 먼지입자의 크기별 분리장치(particle size separator)와 여과기(filter medium)를 통과하면서 먼지입자는 impaction에 의해 분리된다. 일정한 크기의 입자를 포집하기 위해서는 입구에서의 流速이 일정해야만 한다. MINIVOL의 경우, 일반적으로 대기상에서 5 L/min의 유속을 갖는다. 이에 특정 대기온도와 압력하에서, MINIVOL을 사용할 경우, 교정을 통해 5 L/min의 유속을 유지하도록 한다.

제 2 절 미세먼지 측정 및 분석개요

1. 1차 측정 및 분석: 나대지·소규모 공사장

(1) 개요

1997년 5월21일~6월10일의 20일 기간중 서울시 중구와 용산구 지역의 나대지(학교운동장·근린공원 포함)와 소규모 공사장에서 미세먼지 汚染水準을 살펴보기 위하여, 본 연구에서는 강우시와 그 影響이 있을 것으로 예상되는 날을 제외하고 하루중 직·간접적인 인간활동으로 인하여 影響을 최대한 받을 수 있는 시간대인 10:00A.M~6:00P.M.(8시간)동안 측정하였다. 측정지역별 측정대상, 일시 및 장소는 <표 3-2>와 같다.

(2) 측정대상 지역선정 및 장치사양

학교운동장, 生活周邊 공터 및 소규모 공사장에서 입자상 물질중 입자의 크기가 10 μ m이하인 미세먼지(PM10)를 採取하고, 측정전·후의 여지무게를 측정한 후 등속흡인 유량을 환산하여 1m³부피에 해당하는 미세먼지의 양을 산정하였다. 측정여지에 시료가 채취됨에 따라 생기는 유량변동은 장치내의 자동 還流시스템에 의해 자동으로 등속흡인 되므로, 이에 대한 補整을 고려하지 않아도 된다. 또한 실측전후의 여지무게 측정시 24시간 항량하여 수분에 대한 影響을 배제하였다.⁸⁾

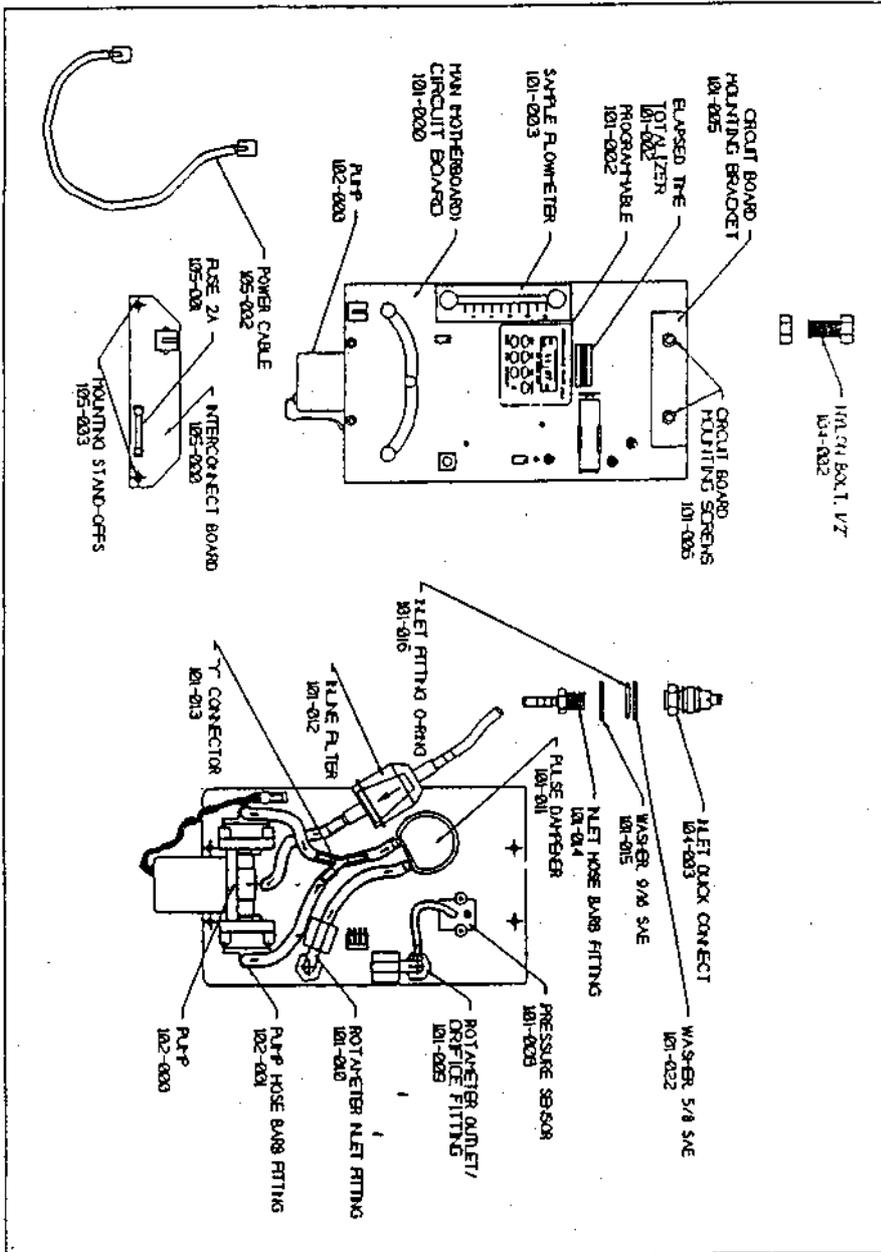
측정장비 설치장소는 사방으로 15m이상 여유거리를 가진 지점중 건물벽면의 영향이 없는

8) 대기중 미세먼지가 측정장비에 포집된 양을 통과된 공기유량과 측정시간을 고려하여 산정하였다. 그리고 측정여지의 분석은 서울시 보건환경연구원의 지원을 받았다.

곳을 선정하였으며, 설치높이는 인체에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 높이인 지면위 1.5~2m로 하였다. 측정장비는 AIRMETRICS사의 MINIVOL Portable Sampler를 사용하였으며, 당해 장치의 구성과 장치사양은 <그림 3-1> 및 <그림 3-2>와 같다.

<표 3-2> 미세먼지 측정지역·대상·일시·위치

측정지역	측정대상	측정일시	측정위치
중구	장충초등학교	1997. 5. 21	신당제2동
	충무초등학교	1997. 5. 21	묵정동
	청구초등학교	1997. 5. 22	청구동
	남산초등학교	1997. 5. 22	남산동3가
	광희초등학교	1997. 5. 30	홍인동
		1997. 6. 3	
	장충공원	1997. 6. 2	장충동
	부대공사 및 마감공사	1997. 5. 26	신당제5동
	굴착공사	1997. 5. 27	신당제6동
	구체공사 및 부대공사	1997. 5. 27	신당제5동
용산구	비포장 나대지	1997. 6. 4	후암동
		1997. 6. 9,10	용산동2가
	구체공사 및 부대공사	1997. 6. 4	후암동
		1997. 6. 10	용산동2가
	부대공사 및 마감공사	1997. 6. 9	용산동2가



〈그림 3-2〉 Minivol Portable Sampler 세부장치 구성도

(3) 측정지점의 선정원칙

생활주변 미세먼지 汚染水準을 測定·分析하기 위하여, 측정대상 지점의 선정시 다음의 원칙을 최대한 수용하도록 하였다.

- 1) 서울시 지역내 나대지 및 소규모 공사장의 미세먼지 발생특성을 대표할 수 있는 장소의 선정
- 2) 학교운동장의 경우, 미세먼지의 環境危害性 영향에 민감하게 노출될 수 있는 초등학교를 주요 측정대상으로 선정
- 3) 나대지(빈 공터)의 경우, 차량이동에 의한 먼지발생 영향이 가급적 제외될 수 있는 빈공터의 선정
- 4) 소규모 공사장은 차량의 영향이 적고 지역주민의 日常生活에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 장소의 선택 및 공사진척 단계별 미세먼지 汚染水準의 측정

상기의 원칙에 따라, 본 연구에서의 측정대상 지역은 서울시를 대표할 수 있는 중심지역인 중구와 용산구를 사례지역으로 선정하였다. 중구와 용산구 지역중 나대지의 경우, 초등학교 운동장과 일반 주택가의 비포장 나대지를 실측지점으로 선정하였고, 또한 소규모 공사장은 주거지역을 중심으로 일반도로상의 通行量에 의한 영향을 가장 적게 받는 장소를 실측지점으로 선정하였다. 세부 지역별로는 중구 지역에서는 홍인동, 목정동, 청구동, 신당제2동, 신당제5동, 신당제6동을 실측대상지역으로 하였고, 용산구 지역에서는 후암동과 용산동2가를 실측지역으로 선정하였다.

(4) 분석결과

<표 3-3>은 중구와 용산구에서의 학교운동장, 나대지, 소규모 공사장 등에서의 미세먼지 발생농도를 측정한 實測結果를 나타낸 것이다. 조사대상별 미세먼지 측정치와 서울시 측정망의 平均値를 비교분석하면 다음과 같이 요약할 수 있다(<그림 3-3> ~ <그림 3-6> 참조).

1) 학교운동장: 조사지점은 학교운동장에서 학생들이 일과중 많이 이용하는 위치를 선정하였으며, 이의 위치는 철봉대, 운동장 중앙, 놀이터 미끄럼틀·축구골대 뒤편 등이다. 측정결과, 학교운동장의 미세먼지 汚染水準은 $65.2\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 287.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로서, 측정기간의 서울시 평균치(서울시 관할 5개소 측정망 자료)인 $45.18\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준보다 越等한 값을 보이고 있음을 알 수

있다.

또한 학교별·측정위치별 오염수준의 相對的 偏差는 비록 조사대상 위치의 성격이 동일하다고 하여도 학교별 운동장 관리여하에 따라 매우 상이한 결과를 보이고 있다. 예를 들면, 어느 특정 초등학교의 경우 운동장 모래의 교체시기가 3년이상 됨에 따라 인근 학교운동장에서 의 오염수준보다 훨씬 상회한 수치를 나타내고 있다. 이에 향후 미세먼지 저감의 方向을 제시 할 수 있는 시사점을 추론할 수 있다.

2) 소규모 공사장: 공사장에서 의 미세먼지 발생은 공사단계별 相異한 特性을 보이고 있으며, 공사단계별 조사내역은 굴착공사·부대 및 마감공사·구체공사 및 부대공사 등이다. 전반 적인 측정결과, 소규모 공사장의 미세먼지 汚染水準은 $64.9\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 215.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며 측정기간의 서울시 평균치인 $43.02\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준보다 매우 높은 수치를 보이고 있다. 소규모 공사장의 공사 단계별 오염수준 편차도 학교운동장의 경우와 유사한 패턴을 보이고 있다. 그러나 같은 공정 단계라고 하여도 경우에 따라서는 오염수준의 큰 격차를 보이고 있으므로(예: 구체공사 및 부 대공사인 B_{67} 과 B_{77}), 소규모 공사장에서 의 오염수준을 저감시키기 위해서는 공사단계별 저감 대책 뿐만 아니라 공정특성이 반드시 고려되어야 함을 알 수 있다.

3) 나대지 및 소규모 공원: 住居地域내 빈 공터로 남겨진 나대지의 경우, 미세먼지 측정결과 $67.9\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 152.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 측정기간 동안의 서울시 평균치인 $48.99\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 상회하고 있으나, 반면에 소규모 공원의 경우 서울시 平均値보다 낮은 水準을 보이고 있다. 이에 의 하면 나대지는 학교운동장·소규모 공사장과 같이 전반적으로 미세먼지 저감대상에 포함되어야 하는 當爲性을 엿볼 수 있다. 다만, 저감대책의 방향은 다른 측정대상과 달리 특정단계 또는 특정위치 설정이 아닌 나대지 전체 자체가 저감대상이 되어야 하는 차이를 엿볼 수 있다.

<표 3-3> 서울시 생활주변 미세먼지 발생원 표본조사 현황

측정일시	측정지역	분류기호	측정장소	측정결과
1997. 5. 21	초등	장충1	철봉대 근방	186.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 21	초등	충무2	운동장 중앙	67.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 21	초등	충무1	철봉대 근방	65.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 22	초등	청구1	철봉대 근방	89.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 22	초등	남산2	운동장 중앙	96.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 22	초등	남산1	철봉대 근방	90.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 27	공사장	중구(5)	굴착공사	109.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 26	공사장	중구(6) ₁	부대공사 및 마감공사	131.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 26	공사장	중구(6) ₂	부대공사 및 마감공사	66.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 27	공사장	중구(7) ₁	구체공사 및 부대공사	94.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 27	공사장	중구(7) ₂	구체공사 및 부대공사	64.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 5. 30	초등	광희(1)	철봉대 근방	287.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5hr)
1997. 5. 30	초등	광희(3)	놀이터 근방	238.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5hr)
1997. 5. 30	초등	광희(4)	축구골대 뒷편	174.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (5hr)
1997. 6. 2	나대지	공원1	공원 중심부	59.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 2	나대지	공원2	공원 중심부	43.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 3	초등	광희1	철봉대	172.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 3	초등	광희3	놀이터 미끄럼틀	138.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 3	초등	광희4	축구골대 뒷편	144.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 4	나대지	공지1	건물해체후 나대지	67.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 4	공사장	용산(7) ₁	구체공사 및 부대공사	69.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 4	공사장	용산(7) ₂	구체공사 및 부대공사	66.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 9	공사장	용산(6) ₁	부대공사 및 마감공사	176.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 9	공사장	용산(6) ₂	부대공사 및 마감공사	98.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 9	나대지	공지2	건물해체후 나대지	118.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 10	나대지	공지3	건물해체후 나대지	152.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)
1997. 6. 10	공사장	용산(7) ₃	구체공사 및 부대공사	215.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8hr)

주: 1) 측정여지의 사전·사후 분석은 서울시 보건환경연구원의 협조 받음.

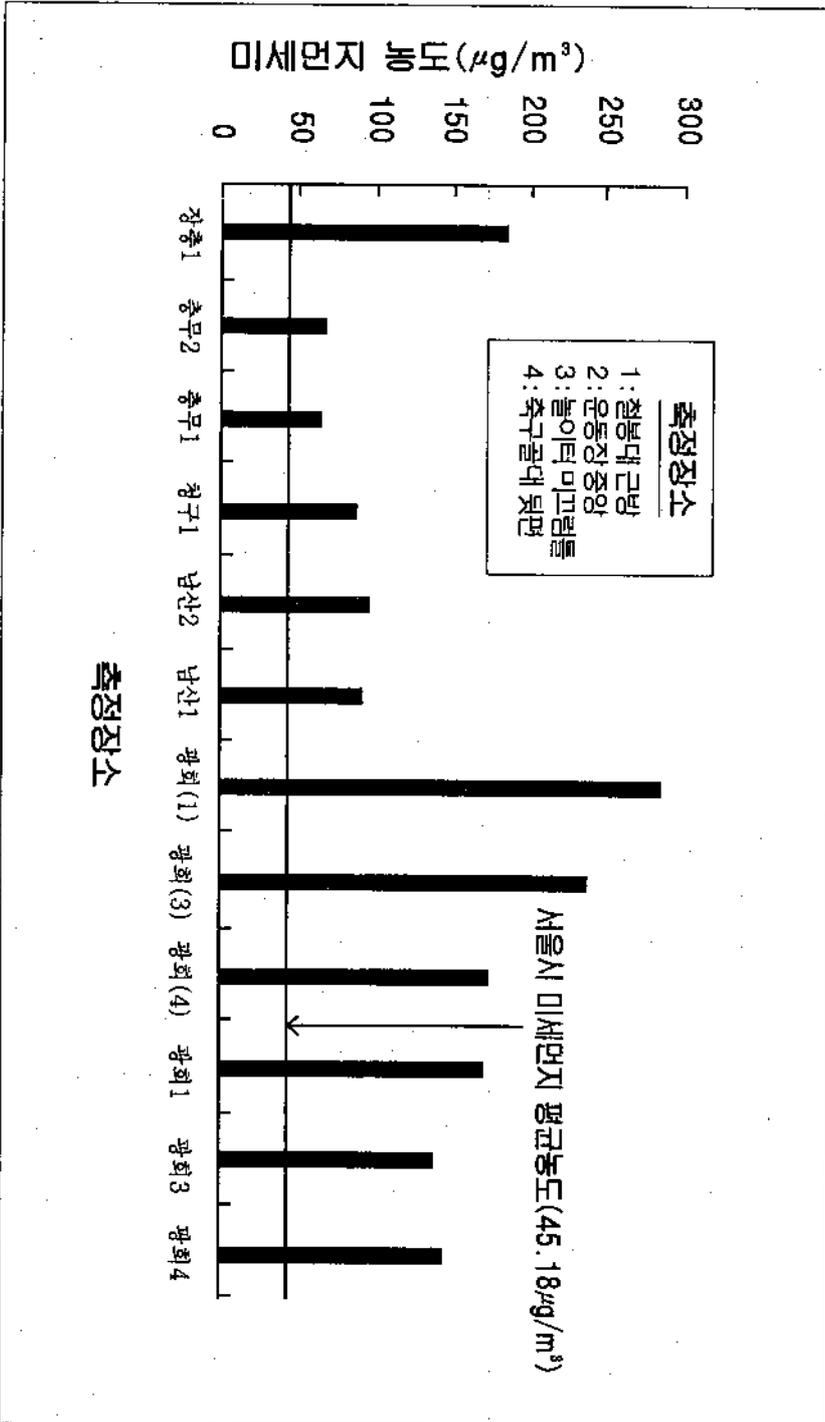
2) 광희 초등학교의 경우, 측정시간대별 기후조건의 변화로 인하여 5시간·8시간 측정결과를 나타냄.

한편, <표 3-4>는 생활주변(운동장, 소규모공사장, 나대지 등) 미세먼지 측정이 이루어졌던 동일시간대의 서울시 미세먼지 측정지점(자동측정망)에서의 測定 결과치를 나타낸 것이다. 이는 본 연구에서 현장 측정된 생활주변 미세먼지 발생원에서의 실제농도와 상호비교하여, 향후 미세먼지 발생원 대책모색의 기본자료로 활용하고자 하는 의도이다.

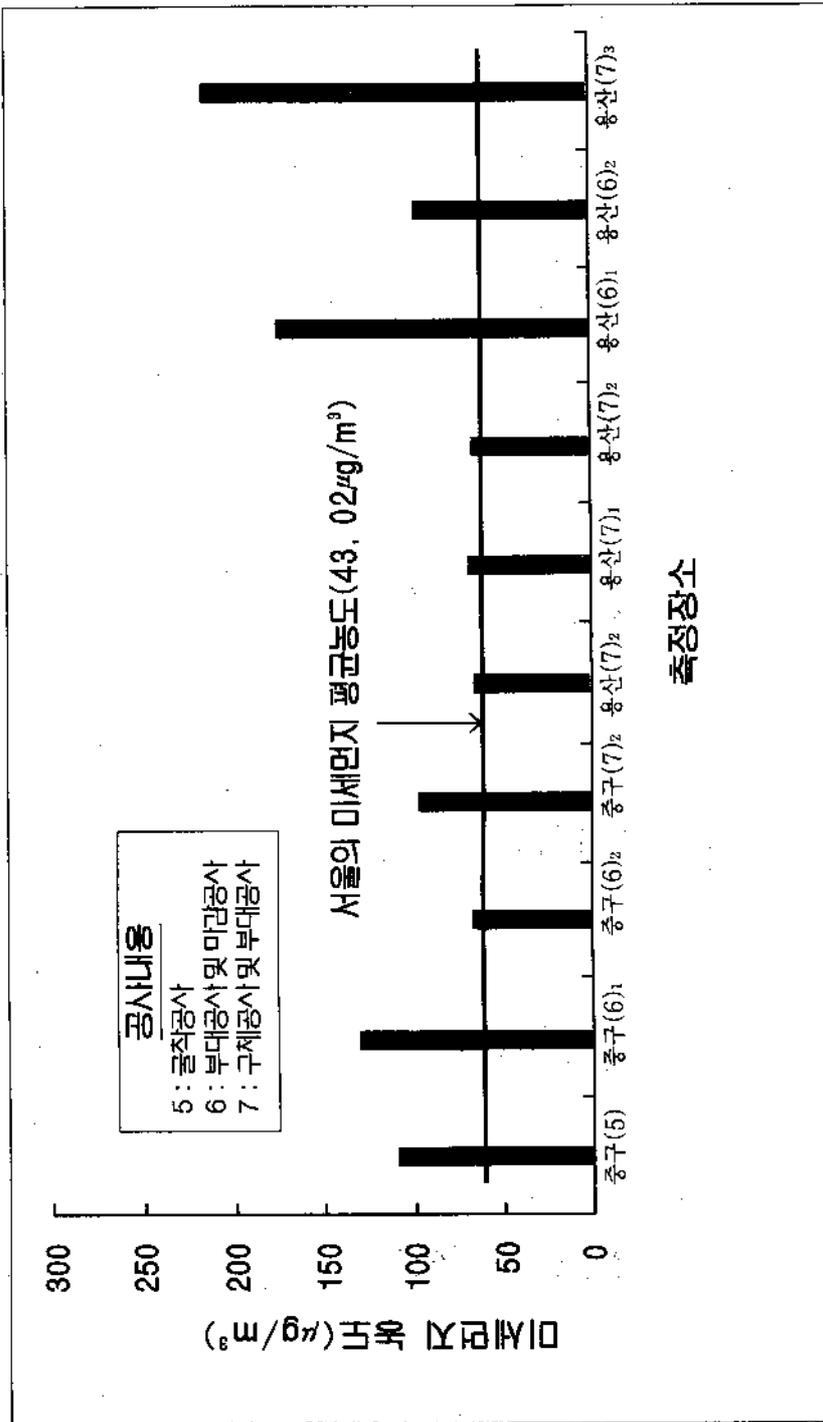
<표 3-4> 서울시 미세먼지 측정지점별 오염농도 현황 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 8시간기준)

측정소 측정일시	구로	화곡	반포	쌍문	방이	산술 평균
1997. 5. 21	48.8	66.8	45.6	52.3	37.0	50.1
1997. 5. 22	53.1	44.9	49.4	71.4	37.6	51.3
1997. 5. 26	36.9	22.6	17.6	20.9	10.0	21.6
1997. 5. 27	45.6	27.5	32.5	25.1	14.6	29.1
1997. 5. 30	32.6	34.0	30.5	44.1	46.3	37.5
1997. 6. 2	55.3	20.8	19.9	40.5	21.1	31.5
1997. 6. 3	65.6	31.9	37.6	40.6	33.5	41.8
1997. 6. 4	71.5	32.5	33.1	40.8	25.9	40.8
1997. 6. 9	148.9	45.9	43.4	42.4	40.0	64.1
1997. 6. 10	115.3	44.5	46.1	60.5	31.4	59.6

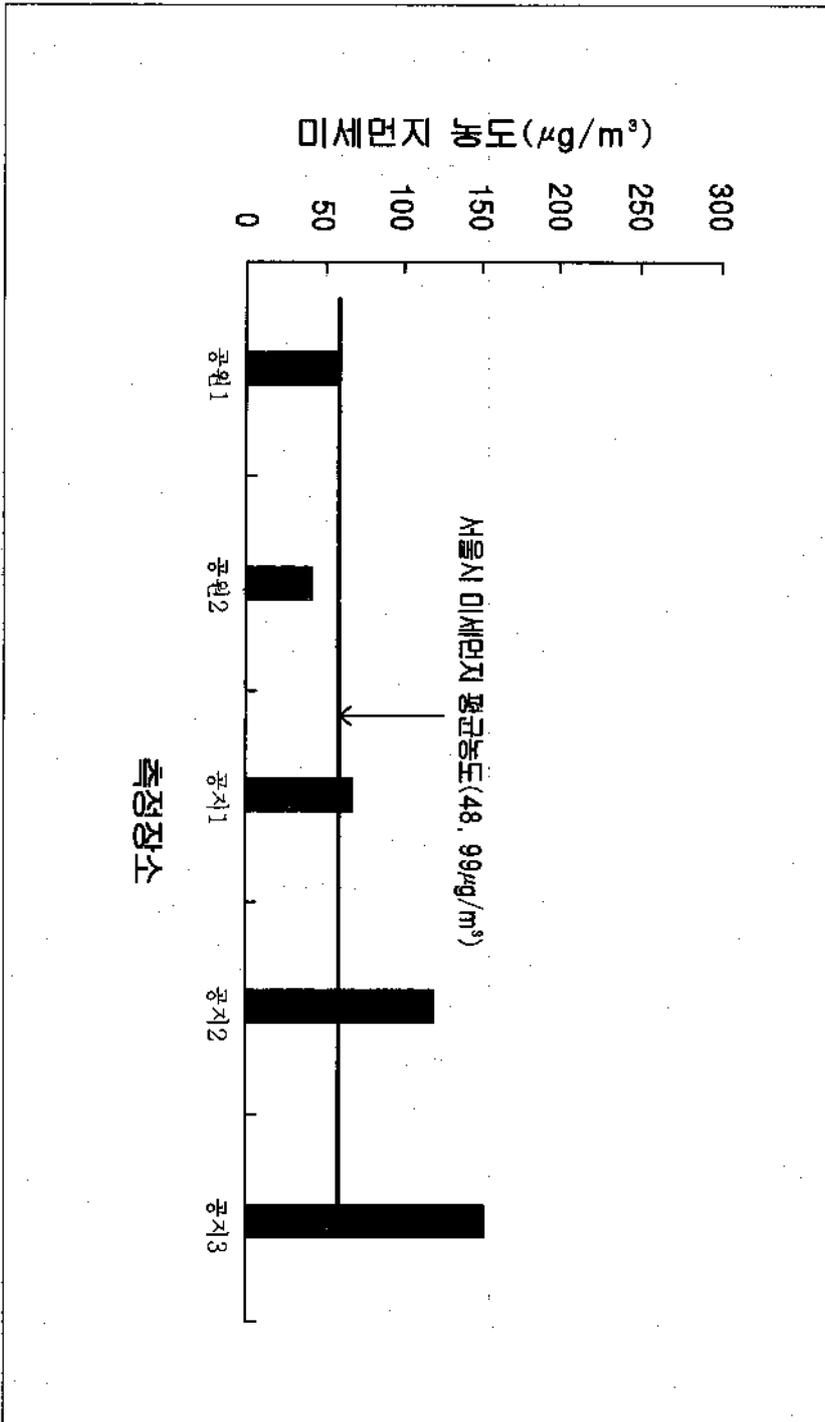
자료: 서울시 보건환경연구원 제공.



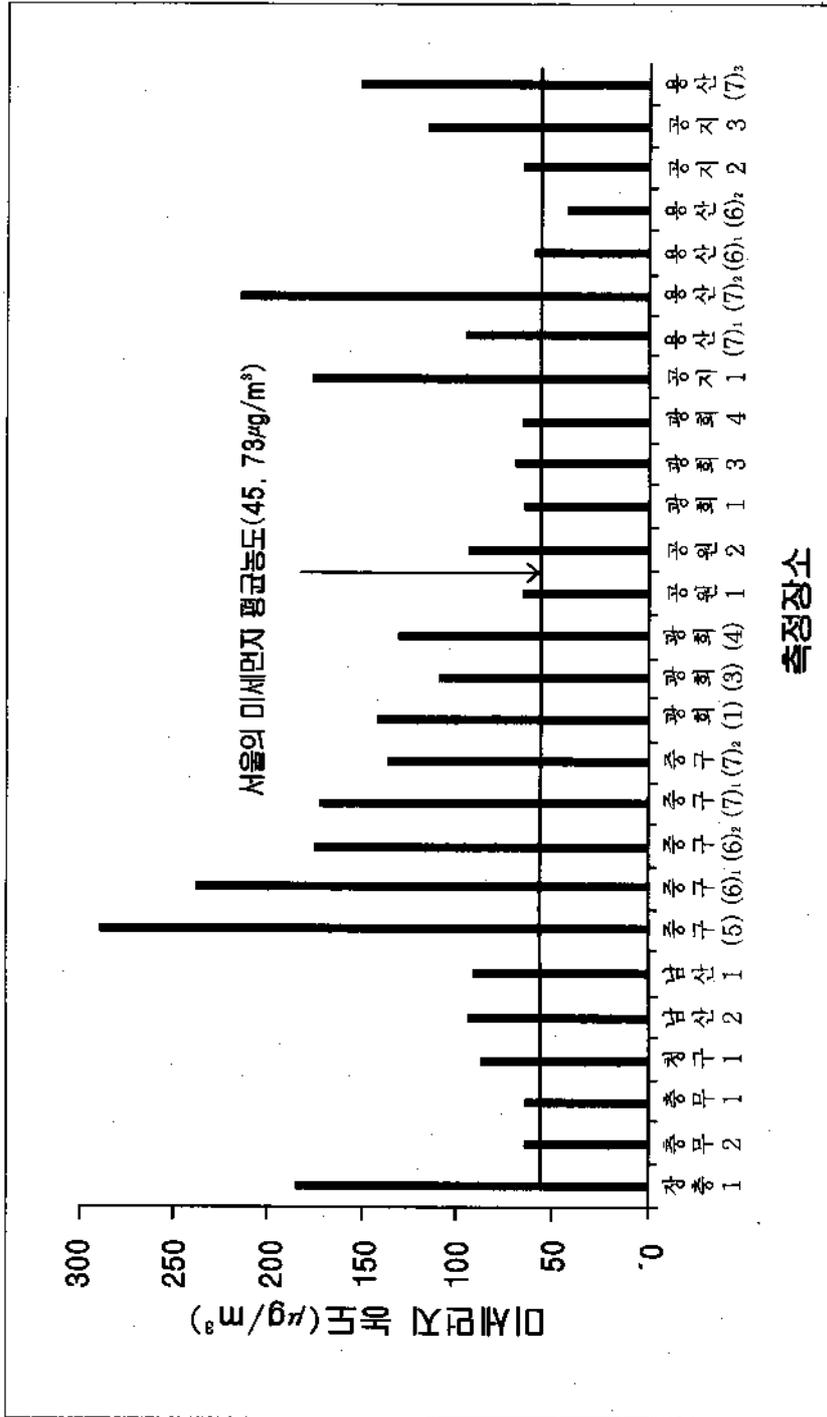
<그림 3-3> 학교운동장의 미세먼지 측정결과



〈그림 3-4〉 소규모 공사장의 미세먼지 측정결과



<그림 3-5> 나머지(9) 및 소규모 공원(8)의 미세먼지 측정결과

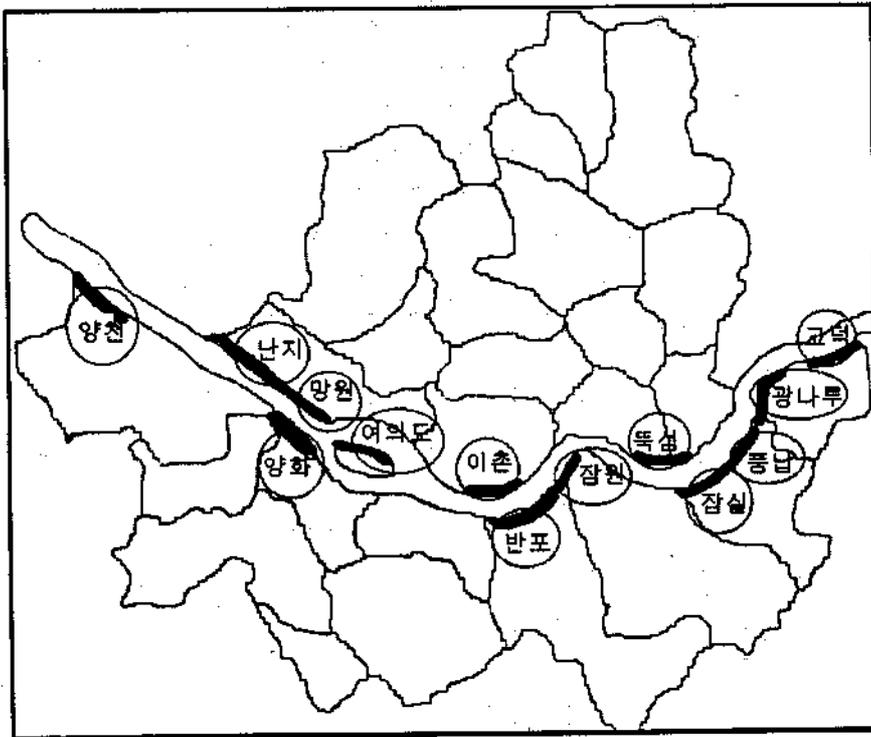


〈그림 3-6〉 학교운동장(A), 소규모 공사장(B), 나대지 및 공원(C)의 미세먼지 측정결과

2. 2차 측정 및 분석: 漢江 둔치

(1) 개요

한강 둔치는 면적이 넓고 다른 지역에 비하여 風速이 강하여 露出表面이 있을 경우에 비산먼지의 발생이 크게 증가하게 된다. 한강 둔치 지면의 상태를 계절적으로 살펴보면, 대부분의 지역이 잔디와 풀과 같은 식물들이 성장하여 지면을 덮고 있는 여름과 가을철에는 비산먼지의 발생이 적게 나타나지만, 반면에 겨울철과 봄철에는 지면이 露出되어 비산먼지의 발생량이 급격히 증가하게 된다. 따라서 固定 露出源인 운동장 이외의 장소는 계절적인 영향에 따라 비산먼지의 발생량이 큰 폭으로 변동할 수 있음에 유의할 필요가 있다. 한강 둔치는 現在 시민공원으로 利用되고 있으며(<그림 3-7> 참조), 서울시 및 시민의 주요 행사장과 휴식장소로 이용되고 있어 먼지발생에 대한 대책이 시급히 要求되고 있다.



<그림 3-7> 한강 둔치 현황

본 연구에서의 실측시기는 연구기간상 여름철에 측정이 이루어져 조사대상 지역을 운동장과 놀이터, 그리고 잔디 등이 없는 나대지 지역으로 限定하였다.

미세먼지 측정 및 분석은 1997년 7월 24일부터 8월1일까지의 기간중 서울시 지역의 대표적인 한강 둔치인 잠실, 뚝섬, 반포, 양화지구 등의 4개 지구를 대상으로 실시하였다. 미세먼지 오염수준을 분석하기 위하여, 본 연구에서는 강우시와 그 영향이 있을 것으로 예상되는 날을 제외하고 하루중 直·間接的인 人間活動으로 인하여 영향을 받을 수 있는 시간대인 10:00A.M~06:00P.M. 동안 측정하였다.

(2) 측정대상 지역선정

서울시 한강 둔치는 계절에 따라 지면의 성격이 달라지며, 이에 따라 계절별 미세먼지 발생특성이 상이함이 일반적이다. 본 事例分析의 경우 미세먼지 측정기간은 여름철이며, 측정지역은 주로 운동장이나 놀이터, 그리고 草地를 제외한 나대지를 대상지역으로 선정하였다.

<표 3-5>는 서울시의 대표적인 한강 둔치인 잠실, 뚝섬, 반포, 이촌지구에서의 미세먼지 발생농도를 측정한 실측결과를 나타낸다.

<표 3-5> 서울시 한강시민공원 미세먼지 발생원 표본조사 현황(단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 8시간기준)

측정일시	측정지역	분류기호	측정결과
1997. 7. 24	잠실둔치	잠실1	79.1
1997. 7. 25		잠실2	86.9
1997. 7. 28	뚝섬둔치	뚝섬3	99.1
1997. 7. 29		뚝섬1	119.0
1997. 7. 31	반포둔치	반포1	155.2
		반포1-1	108.1
1997. 8. 1	이촌둔치	이촌1	147.8
		이촌3	129.9

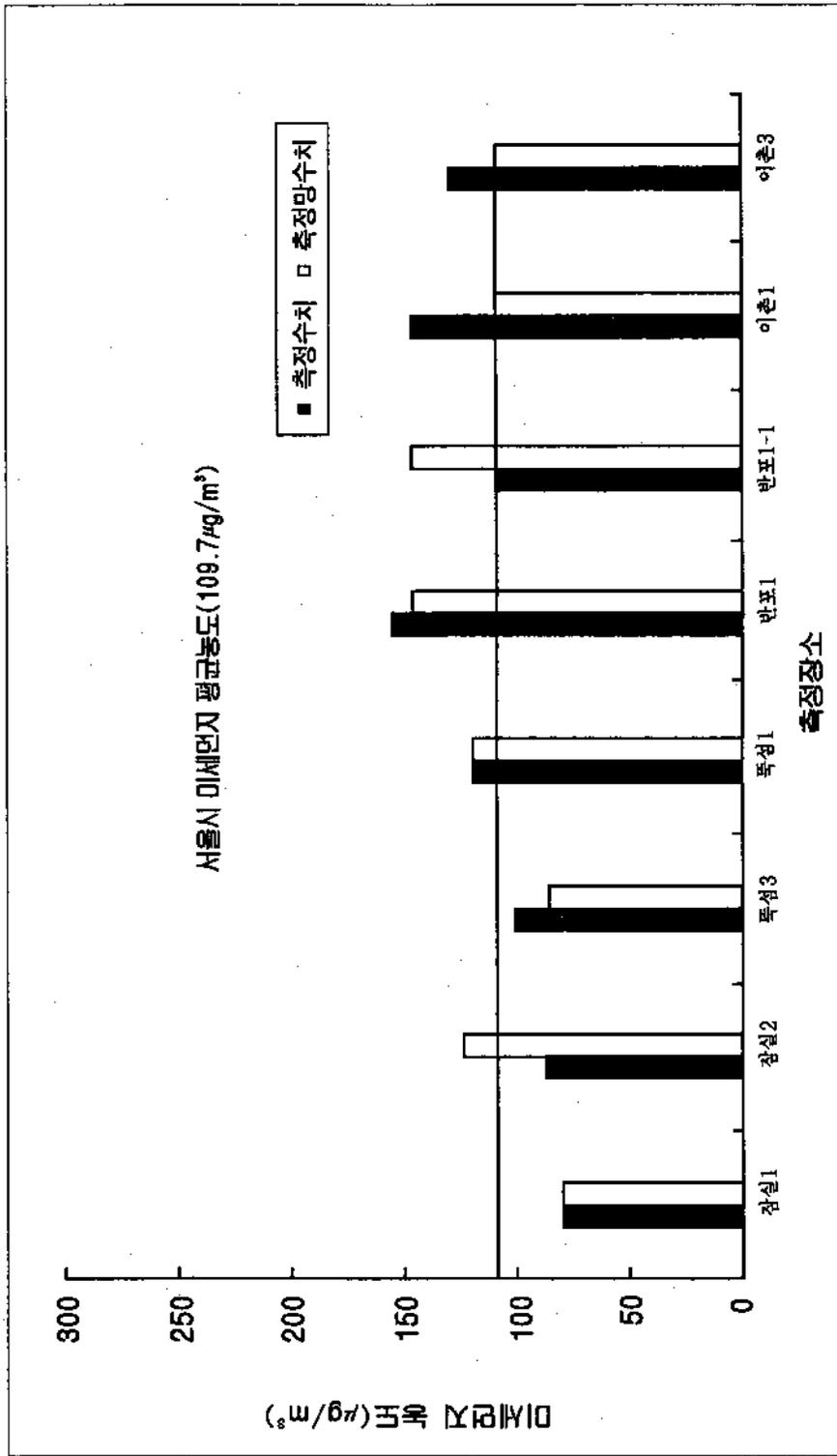
주: 1=운동장, 2=空地, 3=놀이터

상기의 실측값과 서울시 미세먼지 측정소(5개소)에서의 측정값을 상호 비교하게 되면, 한강 둔치에서의 汚染水準 정도를 알 수 있게 된다. 이에 한강 둔치에서 미세먼지를 포집한 시간과 동일시간대의 서울시 미세먼지 측정소 測定結果를 살펴보면 <표 3-6>과 같다. 이를 4개 둔치별 측정자료와 比較할 경우(<그림 3-8> 참조), 둔치에서의 전반적인 미세먼지 오염수준이 서울시 측정망 수치보다는 다소 높게 나타남을 알 수 있다. 그러나 생활주변 미세먼지 측정자료(제1차 측정)보다는 相對적으로 낮은 변이성을 보이고 있다.

<표 3-6> 서울시 미세먼지 측정지점별 오염농도 현황 (단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 8시간 기준)

측정소 측정일시	구로	화곡	반포	쌍문	방이	산술 평균
1997. 7. 24	111.1	74.5	69.1	67.7	71.3	78.7
1997. 7. 25	154.1	104	95.6	112.6	134.5	120.2
1997. 7. 28	92.8	96	88.6	70.8	77.2	85.1
1997. 7. 29	95	99.9	110	144.4	141.5	118.2
1997. 7. 31	97.6	92.2	139.3	202.8	201.6	146.7
1997. 8. 1	98	87.4	87	122.9	149.9	109.0

자료: 서울시 보건환경연구원 제공.



(그림 3-8) 한강 둔치별 미세먼지 측정 및 서울시 측정망 결과비교

제 3 절 조사대상별 미세먼지 발생특성

1. 학교운동장

학교운동장의 경우 미세먼지 발생이 주로 이루어지는 지점으로는 철봉대·운동장 중앙· 놀이터 미끄럼틀·축구골대 뒤편 등을 들 수 있다. 事例調査 結果에 의하면, 학교별·측정위치별 汚染水準의 相對的 偏差는 비록 조사대상 위치의 성격이 동일하다고 하여도 학교별 운동장 관리여하에 따라 매우 상이한 수치를 보이고 있다(<그림 3-3>참조).

<표 3-7> 학교운동장 시설의 제반 특성

I. 학교특성

- 「도시계획법」상의 계획시설대상
- 운동장은 학생들의 체력향상 및 정서함양에 기여할 수 있는 학교시설의 부속단위

II. 입지기준

- 체육장 기준: 「학교시설·설비기준령」(제3조: 체육장)
- 배수가 잘 되거나, 배수시설을 갖춘 입지

III. 면적기준

- 초등학교: 3,000 m² (학생 600인 기준)
- 중학교 : 4,000 m² (학생 600인 기준)
- 고등학교: 4,400 m² (학생 600인 기준)
- 단, 600인 초과 1,800인 이하: 초과학생 1인당 2 m²
- 1,800인 초과 : 초과학생 1인당 1 m²

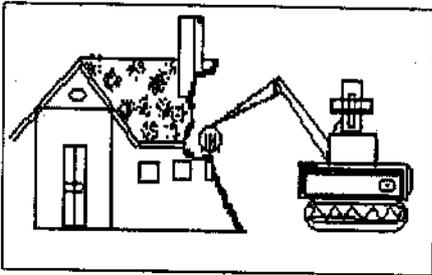
IV. 급수시설

- 학교시설·설비 기준령 제8조(급수시설)
 - 각급 학교에는 그 규모에 따라 급수시설을 두어야 하되, 상수도 시설이 있는 학교에는 1 학급당 급수전을 2개 이상 두어야 한다.
 - 상수도 시설이 없는 경우에는 펌프시설을 하되, 수질이 위해상 무방하다고 증명된 것이어야 한다.
-

이에 학교운동장을 대상으로 한 미세먼지 저감대책은 이러한 事項을 감안하여 제반 저감 대책이 수반되어야 할 것이다. 그러나 현재 학교운동장의 특성을 고려할 때(<표 3-7>참조), 체육활동에 따른 안전기준 및 미세먼지에 의한 影響을 제어할 수 있는 環境基準이 관련 法規에 포함되어 있지 못할 뿐만 아니라 이에 관한 관심이 매우 미약한 실정이다.

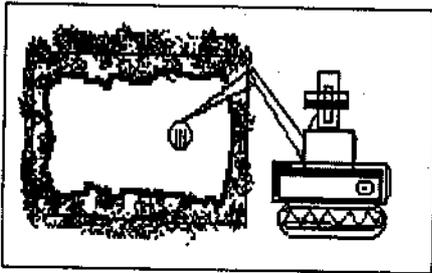
2. 소규모 공사장

소규모 공사장의 경우 공사단계별 미세먼지 發生樣相이 基本的으로 相異하며, 이에 따른 공정별 저감대책이 必要함은 사례조사에서 나타난 바와 같다(<그림 3-4>참조). 공사진척별 미세먼지 발생특성을 유형별로 구분하여 살펴보면 <그림 3-9>와 같다.



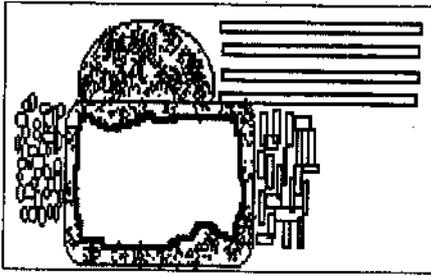
I. 건물해체단계

소규모 건물의 해체는 일반적으로 포크레인 으로 이루어지고 있으며 해체시에 건축자재 의 파편(석면, 암면, 흙먼지, 돌가루 등)으로 인한 비산먼지의 발생량이 많음.



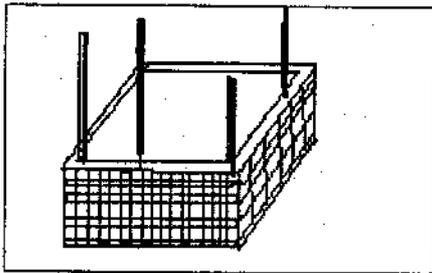
II. 굴착공사단계

굴착공사는 포크레인 사용이 일반적이고 굴착공 사시에 공사장주변에 흙먼지의 발생이 많음.



III. 구조물 기초단계

건축자재(모래, 시멘트 등)의 이송시와 야적·작업시에 비산먼지의 발생량이 많음.



IV. 구체공사 및 마감공사단계

건물착공시는 건축자재의 사용 및 작업에 의한 비산먼지가 발생

<그림 3-9> 소규모 공사장의 작업단계별 먼지발생 과정

3. 나대지 및 소규모 공원

裸地(학교운동장·어린이 놀이터·한강둔치 포함)는 일반적으로 건물이나 담이 없이 존재하는 빈 대지(空地) 또는 공터를 의미하며, 현재 서울시 생활주변의 飛散먼지 발생원인 나대지는 法人소유와 個人所有로 구분되어 있다. 그러나 서울시 나대지의 경우 용도지역별 현황이 제대로 파악되지 않아, 이의 정확한 면적을 파악하기 힘든 실정이다. 이에 본 연구에서는 지목별·법정동별 토지면적을 파악한 후, 서울시 전자계산소(코드넘버 0107로 저장되어 있음)의 도움을 받아 재산세 부과자료중 건물분이 없이 토지분만이 부과된 토지를 把握하여 그 해당면적을 나대지(사유지) 면적으로 算定하였다(법인소유 나대지는 서울시 통계자료에 제시되어 있음).

특히 주거지역내 빈 공터로 남겨진 나대지의 경우, 미세먼지의 일반적인 汚染水準은 서울시 전체 평균수치보다 상회하고 있는 실정이며, 반면에 소규모 공원의 경우는 그러하지 않다. 그러나 나대지의 미세먼지 發生樣相은 여타 생활주변 미세먼지 發生源에 비하여 특정위치별·일상의 활동행태 등의 여건과 관계없이 發生된다는 것이 뚜렷한 차이점이다(<그림 3-5>참조). 이에 미세먼지 저감을 도모하기 위해서는 전체적인 대상자체가 포함되어야 함에 유의할 필요가 있다.

4. 한강 둔치

서울시 한강 둔치는 계절에 따라 地面의 성격이 달라지며, 이에 따라 계절별 미세먼지 발생특성의 변이성이 높게 나타난다. 즉 잔디와 풀과 같은 식물들이 성장하여 지면을 덮고 있는 여름·가을에는 飛散먼지의 發生이 적게 나타나지만, 겨울·봄에는 지면이 노출되게 됨에 따라 비산먼지의 발생량이 급격히 증가하게 됨을 의미한다. 따라서 한강 둔치의 경우, 미세먼지 汚染水準을 低減하기 위해서는 固定 露出源(예: 운동장) 이외의 장소는 계절적인 영향을 최소화 할 수 있는 제반 저감대책이 우선적으로 고려되어야 하며, 반면에 고정노출원의 경우 학교 운동장과 같은 맥락에서 接近할 수 있을 것이다.

제 4 절 종합분석

1. 나대지(학교운동장 포함)

生活周邊의 나대지는 학교운동장과 공터, 그리고 텃밭 등이 대부분을 차지하고 있다. 학교 운동장의 경우 운동장 표면을 구성하고 있는 입자상 물질의 크기상태에 따라 먼지발생이 육안으로 식별 가능할 만큼 뚜렷한 차이를 나타내고 있다. 특히 입자가 미세한 흙으로 구성되어 있는 초등학교 운동장의 경우, 풍속이 낮은 경우에도 시야를 흐릴 정도로 먼지가 多量 發生하는 곳도 있다.

측정결과 요약: 학교운동장
(<그림 3-3> 참조)

-조사대상: 12개소 초등학교

-측정시간: 10:00 AM ~ 6:00 P.M. (8시간)

-평가기준:

- 조사측정일 · 시간 동안의 서울시 미세먼지 자동측정망 측정자료의 산술평균치를 비교
- 조사대상 농도수준: $65.2\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 287.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8시간 기준)

-평가결과:

- 전반적으로 서울시 산술평균치($45.18\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 초과하는 수준임.
- 특정 학교운동장의 경우 미세먼지의 농도수준은 우려할만한 수준을 보임.
- 일평균 환경기준치($150\mu\text{g}/\text{m}^3$)와의 직접적 연계는 곤란하나, 8시간 기준으로 판단하게 되면 단기환경기준을 초과할 가능성이 높은 것으로 판단되고 있음.

조사대상 학교운동장의 경우, 地下水를 개발하여 먼지발생이 우려되는 날에는 운동장을 이용하는 학생들의 건강보호를 위하여 불규칙하나마 살수를 하는 事例도 발견할 수 있었다. 그러나 대부분 학교의 경우, 먼지저감을 위한 지하수 開發·利用이 용이하지 않아 상수도 시설 이용방안이 검토되고는 있으나 비용측면을 고려하면 현실적으로 쉽지 않은 것으로 조사되고 있다.

또한 학교운동장의 표면은 마사토(모래흙)가 덮여 있으나, 한 번 설치한 이후 장기간 방치하거나 交替하지 않아 미세먼지 발생가능성을 한층 높이는 直接的 原因이 되고 있다. 일반적으로 학교운동장 모래흙의 경우, 2년~3년 주기로 교체하는 것이 먼지저감 측면에서 바람직하다고 할 수 있으나, 이러한 방안 역시 비용부담 측면에서 용이하지 않은 실정이다. 한편 서울시 지역의 나대지는 주로 비포장의 공터나 주차장, 소규모 텃밭으로 사용되거나 공사장 건축 및 야적을 위하여 임시로 放置해둔 상태로 되어 있다. 또한 어린이 놀이터의 경우, 미세입자가 많아 生活周邊의 미세먼지 汚染源으로 作用하고 있음을 알 수 있다.

측정결과 요약: 나대지(소규모공원 포함)

(〈그림 3-5〉 참조)

-조사대상: 5개소 나대지 및 소규모 공원

-측정시간: 10:00 A.M. ~ 6:00 P.M. (8시간)

-평가기준:

- 조사측정일·시간 동안의 서울시 미세먼지 자동측정망 측정자료의 산술평균치 비교
- 조사대상 농도수준: $67.9\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 152.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8시간 기준)

-평가결과:

- 전반적으로 산술평균치($48.99\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 초과하는 수준은 아님.
- 특정 나대지의 경우 미세먼지의 농도수준은 우려할만한 수준은 아니나 높은 편임.
[예: 공지2 및 공지3]
- 일평균 환경기준치($150\mu\text{g}/\text{m}^3$)와의 직접적 연계는 곤란하나, 8시간 기준으로 판단하게 되면 단기환경기준을 초과할 가능성은 적은 것으로 판단되고 있음.

2. 소규모 공사장

소규모 공사장은 연면적 1000m^2 이하에 속하는 건축물 건설공사를 말하며, 주로 공사장이 생활주변인 주택가에 近接해 있어 먼지발생으로 인한 민원이 빈번히 發生하고 있다. 소규모 공사장의 경우는 종사자의 먼지저감 의식이 부족하여 작업도중에 물청소 또는 기타의 방진대책이 거의 이루어지지 않고 있음을 발견할 수 있다.

또한 소규모 공사가 행해지는 관할구역에서의 자치단체에 의한 행정처분 등의 規制根據가 마련되어 있지 않아, 실질적인 먼지저감을 위한 제반 조치가 소기의 성과를 거두기에는 현실적으로 어려운 실정이다.

그리고 소규모 공사장과 굴착 공사장에서는 공사종료후 모래, 흙먼지, 토사 등을 그대로

방치해 두는 등의 먼지오염원 管理가 제대로 이루어지지 못하여 生活周邊의 지속적인 먼지발생요인을 제공하고 있다. 따라서 생활주변의 먼지저감을 위해서는 소규모 공사장과 굴착 공사장에서 공사를 終了한 이후의 먼지발생을 저감할 수 있는 실제적 먼지저감 管理방안이 수반되어야 할 것이다.

측정결과 요약: 소규모 공사장

(<그림 3-4> 참조)

-조사대상: 10개소 소규모 공사장

-측정시간: 10:00 A.M. ~ 6:00 P.M. (8시간)

-평가기준:

- 조사측정일·시간 동안의 서울시 미세먼지 자동측정망 측정자료의 산술평균치 비교
- 조사대상 농도수준: $64.9\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 215.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8시간 기준)

-평가결과:

- 전반적으로 서울시 산술평균치($43.02\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 초과하는 수준임.
- 특정 소규모 공사장의 경우 미세먼지의 농도수준은 우려할만한 수준을 보임.
[예: 용산(6)₁=(부대공사 및 마감공사), 용산(7)₃=(구체공사 및 부대공사)]
- 일평균 환경기준치($150\mu\text{g}/\text{m}^3$)와의 직접적 연계는 곤란하나, 8시간 기준으로 판단하게 되면 일단의 공사장의 경우 단기환경기준을 초과할 가능성이 높은 것으로 판단됨.

3. 한강 둔치

4개 한강 둔치별 測定資料에 의하면, 미세먼지 汚染水準이 서울시 측정망 수치보다 다소 높게 나타나고 있다. 그러나 문제의 초점은 높은 계절별 변이성을 낮출 수 있는 低減·管理對策의 마련과 고정노출원(예: 운동시설) 중심의 먼지저감·관리대책의 분리시행에 있다.

먼저 계절별 미세먼지 오염수준의 편차를 낮추기 위해서는 식재와 같은 지표면 안정화 대책이 필요하며, 반면에 고정 노출원의 경우에는 계절요소와 관련없는 상시저감·관리를 위한 기계적 방법을 우선 고려할 수 있을 것이다.

측정결과 요약: 한강 둔치
(<그림 3-8> 참조)

-조사대상: 4개소 한강 둔치

-측정시간: 10:00 AM ~ 6:00 PM (8시간)

-평가기준:

- 조사측정일·시간 동안의 서울시 미세먼지 자동측정망 측정자료의 산술평균치 비교
- 조사지역 평균농도: $115.6\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8시간 기준)

-평가결과:

- 전반적으로 서울시 산술평균치($109.65\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 초과하는 수준임.
 - 특정 한강 둔치의 경우 미세먼지의 농도수준은 우려할만한 수준을 보임.
[예: 이촌지구, 잠실지구]
 - 일평균 환경기준치($150\mu\text{g}/\text{m}^3$)와의 직접적 연계는 곤란하나, 8시간 기준으로 판단하게 되면 특정 한강 둔치의 경우 단기환경기준을 초과할 가능성이 높은 것으로 판단됨.
-

第 4 章 國內 · 外 미세먼지 低減 및 管理事例

제 1 절 일반현황

수도 서울시의 大氣質에 관한 논의는 전혀 새로운 것이 못될 만큼 진부한 의제거리가 되고 있다. 이는 서울의 대기환경이 기대수준 만큼 개선되고 있지 못할 뿐만 아니라, 오히려 惡化되고 있다고 인식하고 있기 때문이다. 그러나 시시각각 서울시민이 호흡하는 공기는 청정한 수준이 유지되어야만 한다는 命題는 불변이 없는 듯하다. 이에 서울시와 기초자치단체인 25개 區는 보다 혁신적인 대기환경정책의 마련과 함께, 시민의 「삶의 질」 향상과 직접적으로 연계될 수 있는 快適한 生活環境을 조성하기 위하여 제반 대기오염 저감대책의 입안·추진을 도모하고 있음을 볼 수 있다.

한편 최근 대기오염물질의 인체 건강피해에 대한 관심이 고조되면서 미세먼지(PM10)의 환경위해성에 관한 우려가 제기되고 있다. 이러한 인식은 그동안 대기환경기준 오염물질로서 모든 크기의 입자상 물질을 포괄하는 개념인 總浮遊粉塵(TSP) 대신 미세먼지 개념의 중요성이 부각됨에 기인한다.⁹⁾ 이의 계기는 인체 건강피해 측면에서 인체 호흡기 계통에 침착할 수 있는 입자크기가 10 μm 이하라는 연구결과가 보고되면서 부터이다. 미국의 경우 미세먼지에 관한 환경기준이 1987년에 最初로 制定됨과 함께 미세먼지에 관한 과학적 연구가 계속 진행되고 있으며, 또한 이를 바탕으로 大氣環境基準 및 排出規制基準의 강화 노력이 미국·유럽 등에서 추진되고 있는 경향을 보이고 있다.

우리나라에서는 1994년에 미세먼지의 대기환경기준이 제정된 이후, 1995년부터 측정하고 있으나 단기환경기준(24시간기준: 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과하는 사례가 빈번하며, 특히 서울시와 같

9) 공기중에서 발견되어지는 고체 또는 반고체 상태의 입자상 물질 가운데, 입자의 직경크기가 0.1 μm ~50 μm 의 범위에 속하는 먼지입자를 총칭하여 부유분진이라고 정의하고 있음.

은 도시지역에서 미세먼지 오염수준의 심각성이 제기되고 있는 실정이다(한 화진, 1997).

이에 본 장에서는 국내·외 미세먼지 저감 및 관리사례를 세가지 측면에서 살펴보고자 한다. 첫 번째는 미세먼지 發生源의 多樣性和 발생특성을 고려하여, 이의 전반적인 저감·관리 현황을 개관하고자 한다(거시적 측면). 두 번째는 본 연구의 대상인 생활주변 미세먼지 발생 원과 관련된 저감·관리실태를 살펴보고자 한다(미시적 측면). 세 번째는 生活周邊 먼지발생과 이의 영향을 제어하기 위한 政策代案을 모색하기 위하여, 제반 사례를 중심으로 정책적 시사점을 도출하고자 한다(종합적 측면).

제 2 절 환경부¹⁰⁾

1. 개요

환경부는 인체 건강피해의 주된 影響因子인 미세먼지의 發生源을 산업공정(예: 연료의 연소 또는 고체상 물질의 분쇄과정 등)과 건설공사장 또는 비포장 도로 등에서의 작업과정(예: 도로, 저탄장, 골재채취장, 공사장의 차량통행 등)으로 크게 분류한 후, 이에 따른 먼지저감 대책을 推進하고 있다. 이를 유형별로 살펴보면, 다음과 같이 요약·정리할 수 있다.

2. 산업공정배출 먼지 저감대책

산업공정에서 排出되는 먼지의 경우 ①회분함량이 많은 석탄 및 BC유 등을 LNG 또는 도시가스과 같은 淸淨燃料로의 대체 도모, ②연소시설 또는 연소방법의 개선으로 燃燒效率을 높임으로써 연료사용량의 저감 유도, 그리고 ③먼지발생시설의 경우 방진시설(집진기)의 설치 의무화 등을 통하여 먼지발생의 根源的 低減을 권장하고 있다.

한편 현행 먼지 배출허용기준은 배출시설 종류별·규모별 차등적용하고 있으나, 먼지발생의 보다 근원적 저감을 도모하기 위하여 먼지 배출허용기준을 단계별로 강화하고 있다. 그리고 비산먼지에 의한 환경 위해성을 최소화하기 위하여 도심지에 위치하고 있는 연탄공장의

10) 환경부의 미세먼지 저감대책은 환경백서(1997)의 내용을 요약·정리한 것임.

이전을 적극지원하며, 비산먼지 다량배출업소인 시멘트·철강 및 유리공장 등에 대해 이송시설 밀폐, 방진망 설치 등 비산먼지 저감시설의 설치를 持續적으로 推進하고 있다. 또한 건설공사장에 대한 먼지발생 억제시설기준의 신설과 선진국형 자동식 세륜·세차시설을 확대·보급하고 있다.

대도시 지역내에서 이루어지는 각종 建設工事場의 경우, 발생하는 흙먼지를 效果的으로 저감하기 위하여 서울특별시·광역시 및 경기도 지역을 중심으로 「대도시 먼지저감을 위한 기본계획」을 수립·시행하고 있다. 또한 1996년부터 이러한 계획을 전국으로 擴大·推進하고 있다. 한편은 연도별 먼지저감목표의 설정 및 분기 1회 이상 오염도를 검사하고, 그 결과를 언론매체를 통해 발표할 뿐만 아니라, 공사장 종사자를 대상으로 먼지관리방법의 홍보 및 교육을 週期的으로 실시하여 먼지오염에 대한 사업주 및 공사장 종사자의 인식을 제고시켜 2000년까지는 세계보건기구(WHO)에서 정한 먼지권고기준치($60\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 90\mu\text{g}/\text{m}^3$)를 달성토록 할 계획이다.

1995년말 현재 飛散먼지 발생사업장 신고현황을 보면 총 15,689개 업소이며, 특히 건설업의 경우 11,482개 사업장(73%)으로 가장 높은 比重을 차지하여 건설공사가 비산먼지의 주된 발생원임을 알 수 있다(<표 4-1> 참조). 한편, 1995년 비산먼지 발생사업장 지도·점검실적을 보면 총 39,257개 사업장을 점검하여 3,288개 위반사업장을 적발, 사용중지 및 고발 등의 행정 조치를 취하였다(<표 4-2> 참조). 그러나 대형공사장에서의 먼지저감·관리실태가 그다지 큰 성과를 나타내고 있지 못한 현실을 감안하면, 약 8.4%의 위반을 적발은 신뢰성에 의문을 제기하게 된다.

<표 4-1> 비산먼지 배출사업장 현황(1995)

(단위:업소수)

계	시멘트, 석회, 프라스터및시멘트 관련 제품제조·가공업	비금속물질 채취 제조·가공업	제 1 차 금 속 제조업	비료 및 사료제품 제조업	건설업	저탄시설의 설치가 필요한 사업	토 사 운반법	운수 장비 제조업	교철 및 곡물
15,689	1,480	2,011	110	280	11,482	50	115	152	9

자료: 환경부(1997)

<표 4-2> 비산먼지 배출사업장 점검실적

년 도	점 검 업소수	위 반 업소수	미 신 고 위 반 내 역					
			계	명 령 불이행	시 설 기 준 부적정	허 용 기 준 초 과	발 생 사 업 미신고	기 타
1994	33,855	2,473	2,660	100	1,563	1	851	151
1995	39,257	3,288	3,434	92	2,010	21	1,107	204

자료: 환경부(1997).

3. 특별관리공사장의 지정·운영

대규모 건물건설 공사장·토목건설 공사장 등 비산먼지 발생사업 신고대상 최소규모의 10배 이상의 工事場 등을 特別管理工事場으로 指定하여 「엄격한 비산먼지의 발생을 억제하기 위한 시설설치 및 필요한 조치에 관한 기준」을 適用하고, 각종 건설공사 허가시 관련부서의 협조 및 확인절차를 받도록 하고 있다. 또한, 특별관리공사장의 출입구에는 흙먼지 관리전담 요원을 배치하여 세륜·세차를 확인토록하고 흙먼지 공사에 대한 안내판을 설치토록 勸告하고 있다. 특히 당해 공사장의 경우 월 1회이상 지도·점검실시를 原則으로 하며, 흙먼지가 많이 발생하는 2~4월에는 월 2회이상 실시토록 하고 있다. 그리고 도로 再飛散의 주요 원인인 토사운반차량의 단속은 시·도와 경찰 합동으로 持續적으로 實施할 계획이다.

4. 흙먼지 발생의 最小化 유도

비산먼지 발생사업장의 먼지발생 저감을 도모하기 위하여, 도로점용 허가시 흙먼지 발생 억제대책의 “先確認 後許可”를 원칙으로 하고 있다. 이에 인근도로 청소 및 세륜·세차여부를 확인할 수 있는 자체 전담요원의 고정배치, 공사장내 차량통행도로의 우선포장의 적극유도 및 이와 함께 지도·점검을 강화하고 있다. 또한 생활주변의 먼지저감대책으로는 도로변 먼지저감을 위하여 진공청소차량의 조기 확보·운영, 각종 공사관련 흙먼지신고센터(총 222개소)의 설치·운영, 도시가스, 상·하수도공사 등 도로굴착공사의 동일시기 실시, 주요 간선도로에 흙먼지가 방치되지 않도록 환경미화원에 대한 환경교육 등을 실시하고 있다. 또한 쓰레기 적환

장의 경우 쓰레기 感量化를 이유로 가연성 물질의 露天燒却을 規制하고, 1일 2회이상 물청소를 실시토록 하는 한편 장기적으로는 쓰레기 적환장의 密閉化 및 集塵施設의 設置를 추진하고 있다.

기타 특별관리지역내 나대지 現況을 調査하여 공개사용 가능한 나대지의 경우 지역주민들의 주말농장으로의 活用을 유도하고, 도로변 나대지는 꽃·나무 등의 식재를 유도하며, 나대지에 차량출입을 금지시켜 흙의 도로유출을 防止하여 도로 재비산의 저감을 도모하고 있다.

제 3 절 서울시 및 구 기초자치단체¹¹⁾

1. 서울시

(1) 개요

서울시의 먼지 발생원은 도로·공사장·연료소비·생활주변 등 매우 多樣할 뿐만 아니라 서울시 인근지역과 越境오염인 황사 등 외부유입 먼지에 의한 影響을 많이 받고 있는 실정이다. 대기환경기준 항목인 總浮游粉塵(TSP)은 1988년 이후 감소추세를 보였으나, 1995년 이후 다소 증가추세를 보이고 있다. 그리고 인체 건강피해 유발요인으로 인식되고 있는 미세먼지의 경우 1995년부터 측정하고 있으나, 일부지역에서 단기환경기준을 超過하고 있는 실정이다.

이에 서울시는 종합적인 먼지 저감·관리대책의 수립시행을 계획하고 있으며, 한편으로 쾌적한 생활공간의 조성을 도모하기 위하여 생활주변에서 발생하는 미세먼지의 저감·관리에 관심을 기울이고 있다. 이하에서는 서울시 먼지저감대책을 도로변 먼지저감, 공사장·사업장 먼지저감, 그리고 생활주변 먼지저감 등의 類型別 分類에 따른 개략적 내용을 살펴보고자 한다.

(2) 도로변 먼지저감

- 1) 도로 기계화청소의 확대실시: 도로변 먼지 진공흡입청소차의 擴充 및 이의 가동율 향상 도모

11) 서울시의 미세먼지 저감대책은 서울의 환경(1997)의 내용을 요약·정리한 것임.

- 2) 도로중앙분리대의 토사유출방지: 중앙분리대로부터 토사가 도로로 流出되지 않도록 경계석 상단 5cm 이하까지만 복토
- 3) 보도블럭 교체방식의 변경: 기존의 시멘트 블럭류를 아스콘류로의 代替
- 4) 비포장도로의 포장율 제고: 도로포장율을 1995년 92.23%에서 1998년 93.01%로의 향상시키고, 하천·제방둑에의 차량통행 制限
- 5) 지하철역사에서 나오는 지하수를 活用한 도로 물청소 실시

(3) 공사장·사업장 먼지저감

- 1) 대형공사장(연면적 100천㎡ 이상): 보다 엄격한 비산먼지 방지시설의 設置基準 適用, 공사장내 차량 통행도로의 우선포장 등 먼지 발생저감시설의 설치·운영 도모, 그리고 월 2회이상의 지도점검을 통한 이행여부 확인실시
- 2) 기타 공사장: 각종 공사설계 및 허가시 공사 시방서상에 먼지저감을 위한 세부이행사항의 명시를 통한 먼지저감 도모
- 3) 먼지다량 배출사업장: 야적물질 보관을 위한 密閉施設과 集塵機의 설치유도, 그리고 년 4회이상 환경오염도의 검사 실시

(4) 생활주변 먼지저감

- 1) 쓰레기 적환장의 단계적 감축 및 물청소의 주기적 실시
- 2) 공터 및 나대지: 먼지저감을 위하여 식재·텃밭 등으로의 活用도모
- 3) 학교운동장: 잔디 및 나무식재 등을 통한 綠地總量의 증대 도모
- 4) 특별관리지역의 지정: 재개발공사장 등 먼지다량배출업소가 밀집된 지역과 먼지오염도가 높은 지역을 대상으로 특별관리지역으로의 지정 및 관리강화 도모 등

2. 송파구

(1) 개요

각종 형태의 공사장 등 生活周邊에서 발생하는 먼지는 지역주민의 건강피해 뿐만 아니라 시정장애 현상을 招來하는 주된 요인으로 작용하고 있어, 송파구는 “먼지없는 송파” 계획하에 1996년의 제1차 사업추진에 이어 1997년에는 제2차 計劃의 수립·추진을 도모하고 있다.

(2) 송파구의 먼지 발생현황 및 문제점

송파구의 먼지발생원은 여타 기초자치단체의 경우와 類似한 편이며, 生活周邊에 공사장·나대지 등 먼지발생원이 散在하여 먼지발생의 실제적인 저감·규제가 어려운 실정이다. 특히, 송파구는 지역여건상 남한산성 등 산에 의해 둘러싸여 있는 盆地形態의 지형으로 인하여 먼지발생후 확산이 되지 않고 停滯되는 문제점을 보이고 있다.

또한 연차계획의 시발점인 1996년 이후에도 주택가·소규모 공사장에서 공사후 잔토 방치, 공사현장 인근 도로의 물청소 미비 등 먼지관리가 실제적으로 이루어지지 않는 문제점이 여전히 상존하고 있다. 그리고 나대지·학교운동장·어린이 놀이터 등 먼지발생원에 대한 관리가 미흡할 뿐만 아니라, 토목(굴착) 공사장의 굴착후 복구지연 및 복구기간까지의 관리소홀로 인하여 차량통행·바람 등의 요인에 의한 먼지발생이 가중되어 생활민원 발생의 온상이 되고 있다. 한편으론 관할구역내 먼지발생원에 대한 관련부서의 관리소홀도 먼지발생의 간접요인이 되고 있음은 물론이다.

이에 상기와 같은 문제점을 해결하여 快適하고 淸淨한 지역 生活環境을 조성하기 위한 송파구의 먼지오염대책의 추진방향, 이를 바탕으로 소규모 공사장·학교운동장·나대지 등의 먼지발생원 관리방안 및 관련 부서간 협조사항 등을 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

(3) 송파구의 먼지오염저감 추진방향

- 비산먼지 발생사업신고 대상사업의 관리강화: 공정별 발생원별 관리 도모
- 도로청소의 機械化 노선 확대 및 가동율 향상
- 비산먼지 발생사업 인·허가 부서별 관리감독체계 구축
- 나대지 등 공터관리 強化로 生活周邊 먼지저감
- 먼지순찰 강화

(4) 소규모 공사장 관리

- 대상: 대기환경보전법 시행규칙 제61조 규정에 의한 “비산먼지 발생사업 신고대상”미만 공사장으로서, 특히 住居地域내에서 이루어지는 소규모 공사장
- 관리원칙: 소규모 공사장이라고 하여도, 먼지저감·관리원리는 비산먼지 申告對象 사업장에 준하여 관리
 - 방진막(가림막) 설치

- 공사장 外部로의 토사유출 방지
- 잔토 등의 덮개설치 및 즉시제거
- 공사장 주변 수시살수 조치 등
- 지도점검: 주1회 이상 순찰
- 위반사업장 관리
 - 소규모 공사장: 행정지도
 - 공사 인·허가 조건의 탄력적 적용으로 지방서 내용 불이행의 규제·관리 도모

(5) 나대지 및 학교운동장 관리

- 나대지 관리
 - 管理實態의 현황조사
 - 管理計劃 수립: 가림막의 설치, 꽃·잔디·나무 등의 식재, 폐보드블록의 活用을 통한 주차장화 도모
- 학교운동장 관리
 - 학교관계자와 먼지저감을 위한 協助體系 構築
 - 관리방안: 수시살수(스프링 클러 설치의 지원), 綠地 增大(잔디, 나무 식재 등)

(6) 먼지저감관련 부서간 협조

- 소규모 공사장: 주택과, 건축과, 공원녹지과, 토목과, 하수과, 관할 동사무소
- 나대지 및 학교운동장: 환경과, 관할 동사무소

제 4 절 미국

1. 미세먼지의 인식변화

미세먼지(PM10)는 입자직경 크기가 10 μ m 또는 그 이하의 입자상 물질로서, 大氣 滯空時間이 오래되어 浮遊狀態로 머물게 된다. 임상실험 결과에 의하면, 미세입자는 호흡기 질환을 유

발할 뿐만 아니라 다른 심장혈관계통의 질병을 가속시킨다고 경고하고 있다. 이러한 인체 건강피해 이외에도 미세입자는 視界(visibility)를 저하시키고, 건물 손상 등 재산상의 피해를 초래하는 요인으로도 작용한다. 한편, 미국 연방대기환경기준(National Ambient Air Quality Standard: NAAQS)에 의하면, 단위 부피당 질량으로 PM10 농도를 측정하도록 규정하고 있으며, 미세먼지(PM10)의 1차(건강기준) 및 2차(복지기준) 기준치를 1987년에 수정하여 현재 (1) 24시간 기준치는 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 (2) 연간 기준치는 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 설정되어 있다.¹²⁾ 만약 이러한 연방대기환경기준을 초과하는 지역은 대기질 미달성지역(nonattainment area)으로 指定되어, 일차적으로 지역차원의 대기보전실천계획이 수립·시행되도록 법적으로 규정되어 있다.

이에 더하여 미국 환경청(U.S. EPA)은 현재의 연간 미세먼지 기준치를 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 유지하되, 미세먼지의 인체위해성을 감안하여 24시간 기준치를 더욱 強化할 것을 제안하기도 한다. 또한 현재의 2차 기준치(복지기준)를 1차 기준치(건강기준)와 동일하게 할 것을 역설하고 있다. 미세먼지의 환경기준치 설정과 관련한 이와같은 흐름은, 지역차원의 미세먼지 문제해결을 위해서는 대기정화법(Clean Air Act)의 개정 필요성과 함께 미세먼지와 관련된 문제해결에 실마리를 제공하여 줄 것으로 기대되고 있다.

최근 들어 미세먼지에 관한 새로운 실험결과(예: www1)에 따라, 추가적인 PM2.5 기준설정 필요성이 제기되고 있다. 즉 PM2.5의 경우 미국 환경청은 公共의 健康과 環境을 보호하기 위한 불가피한 대응방안의 일환으로서, 미세먼지에 대한 1, 2차 대기환경 기준치의 개정을 제시하고 있다(www8). 이의 주된 내용은 현재의 1차 미세먼지 기준치를 개정하여, $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ (연간 PM2.5 기준치), $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24시간 PM2.5 기준치)로 새롭게 추가하는 것이다.¹³⁾

상기와 같은 미세먼지의 인식변화에 기인한 제반 흐름은 다음과 같은 문답형식으로 要約할 수 있다.

12) 24시간 PM10기준치는 “1-expected-exceedance”의 형태로 나타낸다. 기준치의 달성은 연간 기준치를 초과하는 날의 기대일수(3년 이상의 자료를 평균)가 1보다 적거나 1과 같을 때를 말한다.

13) 미국 환경청은 1차 PM2.5 기준치에 대한 두가지 상이한 견해를 대변하는 입장을 취하고 있다. 첫 번째는 “제한” 정책 관점에서 PM2.5 연간 기준치($20\mu\text{g}/\text{m}^3$), 24시간 기준치($65\mu\text{g}/\text{m}^3$)로 규정하는 견해이다. 두 번째는 “고도의 예방” 정책차원에서 연간 기준치($12\mu\text{g}/\text{m}^3$), 24시간 기준치($50\mu\text{g}/\text{m}^3$)의 범위로 제안하는 것이다. 결국 두가지 견해에서 기준치 설정제안의 내용은 조금씩 다를지라도, PM2.5에 관한 새로운 주장이 제기되고 있는 사실을 유의할 필요가 있다.

미세먼지오염과 관련된 問答:

1. 먼지의 개념? 먼지란 도로먼지, 매연, 비산먼지, 검댕이, 공기 부유 연무질 등 다양한 형태의 오염물질을 총칭한다. 이는 가시적이며 미세한 입자상 물질, 그리고 에어로졸과 같은 미세액상물질 등의 혼합형태임.
2. 미세먼지의 발생원? 화석연료 연소가 가장 주된 발생원이며, 교통·발전·난방부문에서의 석탄·경유·가솔린·목재 등 연소과정을 통하여 발생되나 화력발전과 고온의 산업공정이 보다 심화된 발생원으로 인식됨.
3. 먼지오염에 의한 건강위해성 영향? 1987년 이후 24개 이상 지역단위를 대상으로 먼지오염에 기인한 폐기능의 저하, 병원 및 응급실 입원 증가, 그리고 조기사망을 증대 등을 조사하고 있다. 최근 미국 암협회 및 하버드 대학교가 실시한 역학조사에 따르면 오염지역에서의 조기사망확률이 청정지역보다 훨씬 높은 것으로 분석됨.
4. 현재의 대기오염규제기준의 효과성? PM10에 관한 규제기준은 마련되어 있으나, PM2.5에 관한 기준은 미정립되어 있다. 인간의 호흡기계통에 보다 위해성이 높은 PM2.5에 관한 규제가 필요한 시기임.
5. 전반적인 심장·폐질환 사망율과 먼지오염에 의한 사망율과의 비교? 미국 자연자원보전위원회에 의하면 먼지오염에 기인한 심장·폐질환 조기사망자는 매년 약 64,000명으로, 전체 심장·폐질환 사망자의 6.5%수준인 것으로 추산하고 있음.
6. 먼지오염에 의한 피해가능성 대상? 노인과 심장·폐질환을 앓고 있는 계층이 우선대상이며, 보다 오염된 지역의 경우 평균수명이 1년~2년정도 단축가능성이 있음.

자료: 미세먼지와 관련된 문답내용은 미국 자연자원보전위원회의 연구결과를 발췌·요약함(www2).

7. 먼지에 의한 건강위해경로? 명확한 위해정도는 아직 파악되고 있지 못하다. 그러나 먼지오염에 의한 호흡기계통에의 영향, 폐기능의 변화, 면역체계의 비상, 그리고 폐침투에 의한 폐렴으로 연계되는 것이 일반적으로 이해되고 있다. 한편으론 먼지와 결부된 박테리아의 침투가능성으로 호흡기 전염병의 발병, 그리고 만성 폐질환을 가진 사람의 폐기능 저하 가능성 등을 들 수 있음.
8. 먼지오염의 원인-결과간의 입증여부? 역학조사에 의하면, 먼지오염과 사망을간 인과관계가 있는 것으로 결론을 내림.
9. 먼지오염노출에 의한 건강위해 가능성 수준? 역학조사에 의하면 노출정도와 건강위해성간 선형관계가 있음이 보고되고 있다. 현재의 환경기준에 의해서도 건강위해성이 있는 것으로 알려지고 있으며, 이의 임계치는 아직까지 보고되고 있지 못한 실정이다. 그러나 세계보건기구에 의하면, $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM2.5 기준)의 연평균 농도에서 조기 사망가능성이 증대되는 것으로 분석하고 있음.
10. 먼지오염에 의한 사망을 추산 근거? 먼지오염에 의한 사망을 추산의 근거는 미국 암협회(American Cancer Society)와 하버드 대학교의 공중보건팀이 조사한 1995년 연구에 근거함.
11. 먼지오염문제의 처방? 미국 환경청은 인체건강보전의 적절한 한계수준의 설정으로 공중보건을 보호하고자 현재의 미세먼지와 PM10 국가환경기준의 수정을 고려하고 있다. 한편으론 PM10 미달성지역에서의 대기정화법 준수사항을 엄격하게 요구함.
12. 먼지오염을 저감하기 위한 개개인의 역할? 개개인은 흡입하는 공기를 선택할 수는 없으나, 가정난방 및 냉방·교통수요·가전제품이용의 경우 보다 청정하고 효율적인 에너지를 선택할 수 있다. 또한 차량합께타기, 재활용, 자동차 유지관리, 가정에너지의 단열등도 좋은 결과를 낼 수 있음에 주목하여야 한다. 이에 개개인은 대기환경보전을 위한 제반 관리계획에 적극적으로 동참하여야 할 것이다.
13. 먼지오염저감을 위한 소요비용? 미세먼지 저감에 소요되는 비용의 정확한 산출은 어려우나, 에너지보전대책의 채택 또는 천연가스 사용과 같은 연료전환 등을 통하여 미세먼지 저감이란 비용효과 측면에서 살펴볼 수 있음.

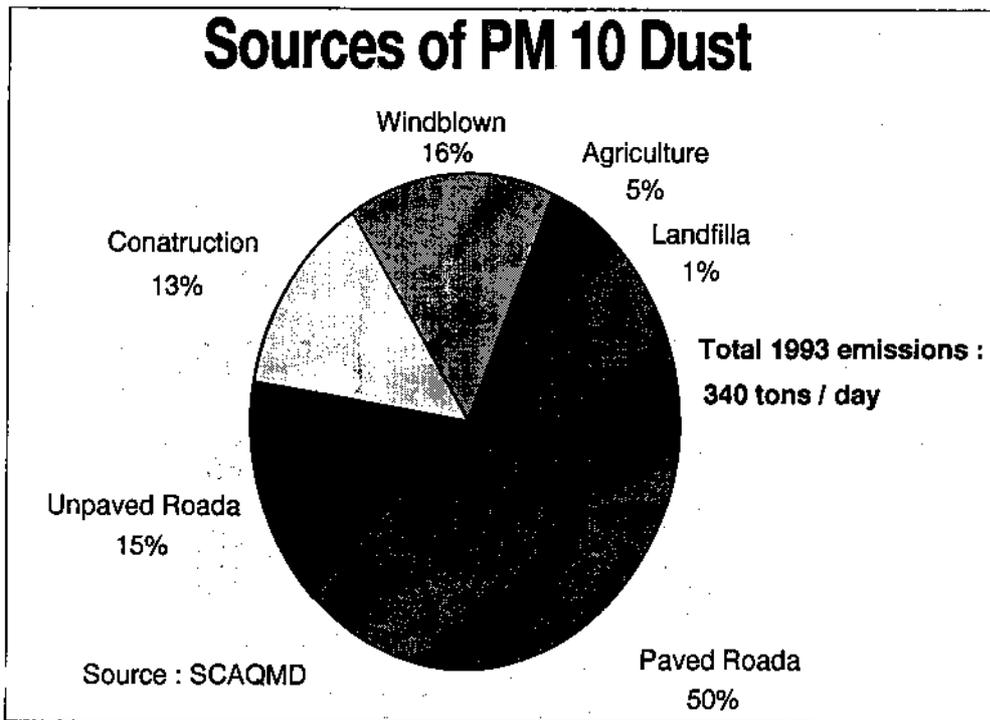
자료: 미세먼지와 관련된 문답내용은 미국 자연자원보전위원회의 연구결과를 발췌·요약함(www2).

2. 미국 유타주 및 캘리포니아주의 미세먼지 발생현황 및 저감대책

유타주(Utah州)에서의 미세먼지로 인한 문제는 겨울철에 특히 심각한 樣相을 보이고 있으며, 이는 차가운 날씨로 인해 대기중에 역전층이 形成되기 때문이다. 미세먼지들이 이러한 정체된 공기층으로 유입되면, 갑자기 입자의 농도가 대기환경 기준치의 2배까지 상승하게 되거나, 낮은 온도로 인하여 氣體狀態의 방출물들이 固體狀態로 전환되면서 2차적인 PM10을 형성하게 된다. 주로 SO₂, NO_x 등이 미세먼지의 주요 구성성분이 되며, 이러한 현상은 차갑고 습한 조건에서 활발히 일어나므로 겨울철 동안에 계속해서 일어나게 된다.

한편으로 자동차 매연·고체연료의 연소·농업활동·기타 건설활동 등의 발생원으로부터 PM10이 생성되고 있다. 특히 자동차 매연으로 인한 PM10의 비중은 Salt Lake와 Weber지역의 경우 약 80%를 상회하고, Utah지역은 76%를 나타내고 있다. 이에 미세먼지의 발생을 저감하기 위한 노력의 일환으로 목재를 태우는 것을 禁止하고 있으며, 산업지역의 경우 겨울철에 석탄보다는 천연가스를 연소원료로 이용하도록 誘導하고, 또한 자동차 매연발생의 감시 및 유지관리 프로그램의 실시를 추진하고 있다.

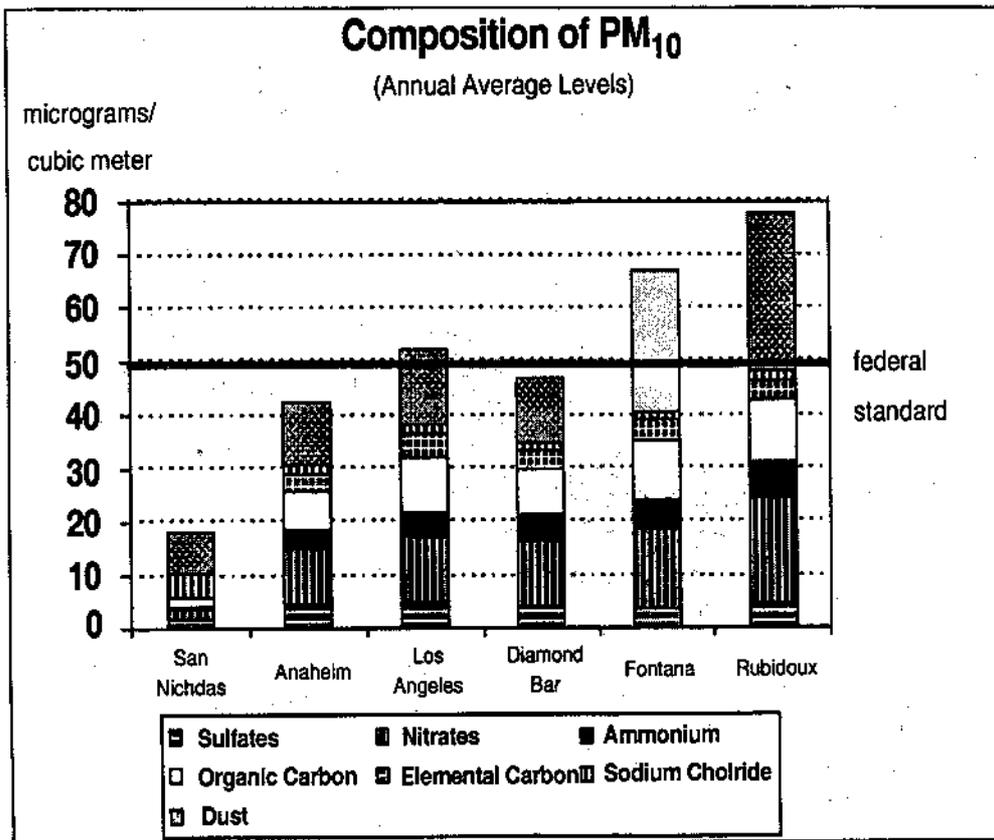
그리고 캘리포니아주 남서부해안대기질 관리구역(South Coast Air Quality Management District: SCAQMD)의 경우 유타주와 유사한 미세먼지 발생원 분포를 보이고 있으나, 도로부문(65%), 자연현상(16%), 건설(13%), 농업활동(5%), 그리고 매립지(1%)의 발생원별 기여도를 보이고 있다(<그림 4-1> 참조). 이와 같은 미세먼지 발생원에서의 먼지저감을 도모하기 위하여 남서부해안 대기질관리구역은 유타주의 경우와 비슷한 먼지저감 對策을 推進하고 있다 (SCAQMD, 1996).



자료: SCAQMD, 1996.

<그림 4-1> 미세먼지 발생원 분포현황

상기와 같은 미세먼지 발생원 分類에 의한 總量的 發生量 分析과 함께 미세먼지를 構成하는 성분에 관한 내용 또한 주된 관심사항이 되고 있다. 미국 주요도시의 경우 연방 대기환경 기준인 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 超過하는 대표적 도시로는 폰타나市·루비덱스市 등이 이에 해당된다. 그러나 모든 도시의 경우 분진 자체보다는, SO_2 · NO_x ·암모니아 등의 대기오염물질과 結合하여 2차적인 미세먼지를 형성하여 인체 건강피해의 주된 요인이 됨을 알 수 있다(<그림 4-2> 참조). 한편 캘리포니아州의 경우 지역 먼지로 인한 대기환경질이 인체건강 危害性에 영향을 미칠 가능성이 인식되면, 시민에게 이를 주지하기 위한 먼지주의보를 發令하고 있음이 매우 특징적이다.



자료: SCAQMD, 1996.

<그림 4-2> 미세먼지의 구성성분

1. 먼지주의보의 개념?

먼지주의보는 지역 대기환경질이 건강위해성에 영향을 미칠 가능성이 있을 경우 시민에게 이를 주지하기 위한 것이다. 특히 풍속이 높을 경우의 미세먼지에 의한 사례가 이에 준한다. 먼지주의보는 대기오염측정지점에서 측정된 미세먼지(PM10)와 풍속자료를 바탕으로 발령되며, 먼지오염 예측은 다음날 오전 11시를 기점으로 24시간 행해진다.

2. 먼지주의보의 중요성?

먼지는 건강위해성에 부정적 영향을 미치기 때문이다. 특히 미세먼지는 호흡기계통에 쉽게 침투하여 폐포속에 축적된다. 이로 인한 질병사례는 천식과 같은 호흡기 질환, 폐질환, 그리고 암발병 등을 들 수 있다.

3. 먼지주의보 예방대상?

유아, 소아, 그리고 10대 청소년들은 특히 미세먼지를 포함한 대기오염에 쉽게 노출되기 때문이다. 또한 노인, 임산부, 천식환자 등과 같은 사람도 그러하다. 이 경우 먼지주의보 발령은 경계대상들이 바람부는날 먼지오염에의 노출을 억제할 수 있기 때문이다.

4. 먼지주의보 발령에 의한 예방가능성?

풍속이 높은날 실외활동시간을 최소화하고, 이에 따라 먼지가 흩날리는 날에의 노출가능성을 저감할 수 있다. 실외활동을 할 경우, 과도한 활동을 삼가야 하며, 먼지주의보가 발령되면 실내체육을 유도한다(학생인 경우: 미세먼지 수준이 높을 동안 교실내 활동유도). 한편, 먼지주의보가 발령중인 기간에는 달리기, 조깅, 축구 등과 같은 활발한 실외체육활동은 정온하며 비경쟁적인 활동으로 대체하여야 한다. 이는 많은 강우량이 예보되는 경우, 실내활동을 계획·시행하는 것과 같은 맥락으로 풀이할 수 있다.

자료: SCAQMD(1996).

5. 먼지주의보 발령 빈도?

캘리포니아 Coachella valley의 경우 미세먼지 예측수준이 연방 건강기준을 초과하게 되면 먼지주의보가 발령되며, 이의 발령빈도는 1년에 10번 정도이다. 특히 먼지주의보는 통상적으로 3월~6월기간 동안에 많이 발령되고 있다. 한편 풍속에 대한 예측자료의 경우 농업 부문, 건설현장, 그리고 기타 먼지 발생원 등에 통보된다. 특히 풍속이 25mph(약 40km/h) 이상인 경우 보다 강화된 먼지오염 저감대책이 마련되어야 한다.

6. 먼지주의보의 발령인식?

신문·TV·라디오방송 등과 같은 뉴스미디어를 통하여 먼지주의보의 발령을 예고한다. 또한 먼지주의보에 관한 의문사항을 시민들이 쉽게 알 수 있도록 무료전화 안내번호의 개설 및 음성정보서비스를 제공하고 있다.

7. 먼지오염 수준의 홍보

먼지주의보는 미세먼지 오염수준이 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24시간 기준)이상일 경우 (PSI지수가 100보다 큰 경우)에 발령되고 있다.

8. 먼지주의보의 필요성?

미국 연방대기정화법에 규정되어 있으며, 먼지주의보는 보통 미세먼지 오염수준이 건강기준을 초과할 경우 발령되게 된다. 미세먼지의 발생원이 주로 인간활동에 의해 조성되며, 이에는 건설공사, 도양변화, 비포장도로상의 자동차 통행 등이 포함된다. 먼지주의보는 이러한 미세먼지 발생원을 사전·사후적으로 관리하기 위한 시도이다.

자료: SCAQMD(1996).

3. 코첼라市的 미세먼지 저감사례

(1) 먼지저감 추진내용

大氣淨化法(Clean Air Act)에 의거하여, 연방대기환경기준을 초과하는 지역은 대기질 미달성지역(nonattainment area)으로 지정되어, 일차적으로 地域次元의 대기보전실천계획(State

Implementation Plan; SIP)의 수립·시행이 법적으로 규정되어 있다. 코첼라市的 경우도 이에 해당하여, 코첼라시의 대기질 보전계획(Coachella Valley SIP; CVSIP)의 立案·推進이 당면과 제로 부상하게 되었다. 이에 지방 코첼라밸리 관할구역, 정부단위의 코첼라밸리 협회(CVAG), 그리고 지역자치단체(District)가 공동으로 聯合하여 다양한 CVSIP 먼지저감 방안들을 수행하고 있으며, 이들의 노력으로 가장 포괄적인 먼지제어 프로그램이라는 美名을 얻게 되었다. 이러한 CVSIP 먼지저감 방안의 進行狀況과 內容을 要約하면 다음과 같다(<표 4-3> 참조).

<표 4-3> 코첼라밸리의 먼지(PM10)저감 이행계획(CVSIP)

CVSIP 먼지저감 방안	번호	수행상황
<p>1. Open Area Wind Erosion 포장도로와 주거지역이 인접한 곳에서의 "blowsand"의 이동감소방안: a1) 도로나 주거지역의 최소 100feet내의 토양 표면을 화학적으로 안정화 a2) 도로나 주거지역의 50feet이내를 방설울타리 바람막이를 설치</p>	1a	ISTEA(통합 육상 교통 효율법) 기금에 의해 방설울타리와 화학적 안정화 계획이 운영되고 있다.
"서식지 보존"과 다른 기타 전략적인 지역에 대해 방풍림을 조성	1b	초기에는 방풍림의 효과가 적고, 관계가 제한되어 있었으므로, 방설울타리가 그 역할을 대신해서 사용되었다.
인접 도시내에 active blowsand의 축적 또는 눈에 보이는 결정의 disturbances가 있는 공터의 소유자는 그 지역의 50%이상을 1년동안에 식생으로 덮어주어야 한다. 또는 지역 90% 이상에 화학적 안정제를 이용할 수 있다.	1c	1993년에 채택된 District Rule 403.1- Wind Entrainment of Fugitive Dust, (d)(2)를 따르며, 소유주가 지정된 지역에서 제외된 off-road 차량을 사용하지 못하도록 하는 지역먼지제어 조례를 따른다. 먼지제어조례 모델의 1-4(4)의 조항은 지방정부에 의해 수행된다.
풍속이 30mph이상이거나, 또는 그렇게 예상되는 날은 earth/soil moving을 금한다.	1d	District Rule 403.1-Wind Entrainment of Fugitive Dust (d)(1)을 따른다. (d)(1)은 풍속이 25mph를 초과하는 때를 결정하기 위한 바람의 조건을 모니터링하기 위해 Rule 403 (g)(2)(A)의 예외를 위한 활동을 해야한다. (g)(2)(A)는 earth-moving 작업시에 그 작업을 멈추거나 또는 작업 최소한 15분 전에 토양에 물을 공급하는 내용이다.

자료: SCAQMD(1996).

(<표 4-3> 계속) 코첼라밸리의 먼지(PM10)저감 이행계획(CVSIP)

CVSIP 먼지저감 방안	번호	수행상황
<p>2. Agricultural Wind Erosion 바람이 30mph로 불거나 또는 그런 예보가 있는 날은 tilling 작업을 금한다.</p>	2a	District Rule 403.1-Wind Entrainment of Fugitive Dust (d)(4)를 따른다; 풍속이 25mph 이상일 때는 tilling 또는 토양의 mulching 활동을 멈춘다.
<p>3. 비포장 도로의 배출 비포장도로 노면을 화학적으로 처리한다.(사유지와 공유지) a1) 일일 차량이동이 20회 미만인 활동이 있는 곳 a2) with a targeted minimum of at least 30% of all qualifying roads; a3) with priorities set by distance within and from population centers</p>	3a	지방자치권은 먼지제어조례 모델의 1-4(2)를 실행하는 조례를 채택해야 한다. 20-150 ADT의 비포장도로의 속도제한(15mph)과 150 ADT 이상의 도로에 대한 화학적 안정화나 포장을 명시하는 항목임. 별첨C에는 공공도로를 위한 코첼라밸리의 화학적 안정화/포장계획을 나타내었다. 이러한 계획들은 코첼라밸리의 도시화된 부분에 위치한 도로들의 이용을 좀더 높이기 위한 것이다.
<p>일차적인 시골길의 먼지 제어: b1) 일일 적어도 20회 이상의 차량이동이 있는 활동이 있는 곳 b2) 화학적 안정제와 물 공급을 한다.</p>	3b	지방자치권은 먼지제어조례 모델의 1-4(2)을 수행하는 조례를 채택해야 한다. 20-150 ADT의 모든 비포장 도로에 대해 속도제한(15mph)과 150ADT이상의 도로에 대해 화학적 안정제나 포장을 명시하는 항목이다.
<p>비포장된 주차장은 포장을 해야 한다. c1) 일년에 적어도 3,000회 이상의 차량 통행이 있는 곳</p>	3c	지방자치권은 먼지제어조례 모델의 1-4(3)를 수행할 조례를 채택해왔다. 이 항목은 8대 이상의 차량주차 공간을 가진 비포장된 주차장은 포장을 해야함을 명시하고 있다. 그러나, 만약, 경제적으로 부담이 된다면 화학적 안정화를 실시해도 된다.

자료: SCAQMD(1996).

(<표 4-3> 계속) 코첼라밸리의 먼지(PM10)저감 이행계획(CVSIP)

CVSIP 먼지저감 방안	번호	수행상황
모든 비포장도로의 속도제한을 15mph로 정한다.	3d	지방차지권은 조례를 채택해서 먼지제어조례 모델의 1-4(2)을 이행해왔다. 이 항목은 하루 20회 이하의 차량 이동이 있는 모든 비포장도로의 속도제한 15mph로 정하고 있다. 캘리포니아 차량법은 남부해안 AQMD의 자치권내에 위치한 비포장도로에 대한 속도 제한을 15mph까지 더 낮추기 위해 개정되었었다.(CVC22365)
<p>4. 포장도로 배출량 모래제거 프로그램을 입안한다:</p> <p>a1) blowsand event가 끝난 후 24시간이내에 포장도로에 쌓인 모래나 기타 물질을 제거하기 위해</p> <p>a2) 아울러 규칙적인 도로 검사를 한다.</p>	4a	ISTEA 기금을 사용하여 깨끗한 도로 관리 프로그램을 이행한다. 포장도로 노면의 축적된 blowsand를 제거하고 처리하기 위해 상주하거나 또는 계약된 인부가 있어야 한다.
규칙적인 도로 청소를 실시한다.	4b	최근연구에 의하면, "PM10제거에 효과적인" 도로 청소장비가 시중에서 구입가능하며, 가시적인 PM10 제어 방법으로 대두되고 있다. CVAG는 지역의 도로 청소 프로그램을 위해 ISTEA 기금을 이용해 "PM10제거에 효과적인" 장비를 살 계획을 만들었다.
<p>비포장도로 노면의 배출물을 감소시킨다.</p> <p>c1) 화학적 안정제의 이용</p> <p>c2) 교차점의 200feet 이내</p> <p>c3) 주행도로의 25feet 이내</p>	4c	현재 포장도로의 실트 하중을 일으키는 지역을 안정화시키기 위해 ISTEA 기금을 이용하고 있다. 별첨C는 이러한 계획을 담고 있다.

자료: SCAQMD(1996).

(<표 4-3> 계속) 코첼라밸리의 먼지(PM10)저감 이행계획(CVSIP)

CVSIP 먼지저감 방안	번호	수행상황
접근도로가 만들어지지마자, 계약자를 선정하여 건설접근도로를 포장해야 한다. d1) 포장은 포장된 도로에서부터 확장해야 한다. d2) 포장은 매일 깨끗하게 이루어져야 한다.	4d	track-out을 최대 50feet로 규정한 District Rule 403을 이행한다. 계약자들은 이 조건을 지키기 위해 여러 가지 방법을 이용할 수 있다.
5. 건설/과피로 인한 배출 모든 건설 계획에는 물 공급이 필요하다: a1) 날마다의 물 공급이 요구되는데, 필요하다면, 적절한 먼지 제어방안을 이용해도 된다. a2) 농업수로나 재생된 물을 이용할 수 있다.	5a	지방자치권은 조례를 채택해서 먼지제어조례 모델의 1-5(1)을 이행해왔다. 이 항목은 grading 허가서를 필요로 하는 모든 계획에 대해 먼지제어방안을 제출하도록 하고 있다. 물공급은 earth-moving활동의 제일 제어방안이다.
버려진 건설현장은 화학적 안정화를 해야 한다: b1) 적어도 연속해서 4일간 사용되지 않거나, 그럴 것으로 예상되는 건설계획내에서의 disturbed 땅으로 정의된다.	5b	지방자치권은 조례를 채택해 먼지제어조례 모델의 1-5를 수행해왔다. 이 항목은 비활동적인 건설현장의 안정화할 것을 명시하고 있다. 이러한 안정화는 가시적인 배출물이 경계를 넘어서 이동하는 것을 막기 위해 필요한 조치이다.
바람이 30mph를 초과하거나, 그럴 것으로 예상될 때는 모든 건설 grading을 금한다.	5c	District Rule 403.1을 따르고 있다(제어방안 1d 참조).
적어도 2feet의 freeboard를 유지하기 위해 트럭이 있어야 한다.	5d	캘리포니아 차량법 23114의 항목에 의하면, 운반차량은 덮개를 사용하거나, 6인치의 최소 freeboard를 유지하기 위해 다른 방법을 이용해야 한다.
모래, 흙, 기타의 배출물들을 운반하는 모든 트럭은 덮개를 해야 한다.	5e	Rule 403, 표1, (1E)(2E)에서는 운반차량의 덮개 사용할 것과 차량 freeboard 조건을 따를 것을 명시하고 있다.
방풍림을 심어야 한다: f1) 건설현장의 바람 부는 쪽 주변에 f2) 근접한 곳에 여분의 토지가 있을 때만	5f	제어방안 1b 참조
건설현장에 가능하면 빨리 식물을 심도록 한다.	5g	지방 자치권은 조례를 채택해 먼지제어조례 모델의 1-5(1)을 수행하고 있다. 이 항목은 inactive 건설현장에 재식생을 하도록 하고 있다. 추가적으로, Rule 403, 표2, (3c)는 건설현장에 대해, 화학적 안정화보다 더 경제적인 재식생을 할 것을 권하고 있다.

자료: SCAQMD(1996).

(2) 미세먼지 低減條例(Dust Control Ordinance)의 제정

코첼라시에 의하여 먼지저감계획(CVSIP)을 수립·시행하는 동안 지방정부·코첼라밸리 정부간 협의회(CVAG)·자치단체(District) 등이 構成된 PM10 협의체가 조직되어 필요한 이행조치들을 補助하였으며, 이에 9개의 코첼라市와 리버사이드郡(District)은 저감계획을 바탕으로 먼지저감조례를 채택하게 되었다.¹⁴⁾ 동 조례는 먼지저감계획(SIP)의 개정 필요성(履行措置의 법적 타당성 확보차원)과 관련성을 가지는데, 개별 지역자치단체는 현행 법조항에 대한 修正案으로 條例의 채택·이행과 관련하여 먼지배출량 저감을 도모하도록 되어 있다. 먼지저감조례의 주요 구성요건을 살펴보면 다음과 같다.

- 1) 굴착허가가 필요한 개별 건설프로젝트의 경우 基本的으로 먼지저감계획의 承認을 지역 자치정부로부터 받아야 한다.
- 2) 일일 150회 이상의 차량통행이 있는 비포장지역의 소유자/운영자는 구체적인 화학적 안정화나 포장방법에 대한 計劃을 명시한 계획을 提出하여야 한다. 특히, 도시지역에 인접한 비포장노면이 이에 해당한다.
- 3) 일일 150회 미만의 차량통행이 있는 비포장지역의 소유자/운영자는 15마일의 최대속도 限界를 設定한다.
- 4) 지역자치정부의 주차법에 따라 8대 이상의 駐車空間을 갖는 비포장 주차장의 경우, 화학적 안정화나 포장을 해야한다.
- 5) 기타 승인받지 않은 地域(예: 나대지)의 소유자는 비도로통행(off-highway vehicle; OHV) 이용을 하지 못하도록 해야한다. 비도로통행 이용을 억제하는 방법으로는 표지판 및 울타리 설치, 또는 기타 지역자치정부에 의해 필요하다고 認定되는 方法들을 이용할 수 있다.

(3) 먼지저감조례의 지원법령[Rule 403-매연(Fugitive Dust)]¹⁵⁾

지역자치단체(District)는 지역실정에 적합한 自治法規를 制定할 수 있으며, 이 중 먼지(Fugitive Dust)발생의 저감을 도모하기 위한 규칙으로는 코드번호 403인 District Rule 403이

14) 코첼라시의 먼지저감조례의 주요 내용은 [부록2]에 수록되어 있음.

15) District Rule 403에 관한 주된 내용은 [부록2]에 수록되어 있음.

이에 해당된다. 동 규칙은 1992년 11월과 1993년 7월에 걸쳐 개정되었으며, 이의 개정목적은 지역자치단체가 중심이 되어 실천하여야 하는 대기질보전계획(AQMP) 가운데 미세먼지 저감 방안과 코첼라 실천계획(CVSIP)을 효율적으로 補助하기 위한 것이다. 다음은 Rule 403의 필요조건들을 要約·整理한 것이다.

- 1) 사유지 경계를 가로질러 發生되는 가시적인 먼지를 저감하기 위한 방법으로서는, 물공급·화학적 안정화·재식생 등을 수행하여야 한다.
- 2) 6시간 동안의 최대 PM10 농도를 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 設定한다.
- 3) 차량의 비도로통행을 制限한다. 만일, 비도로통행이 이루어진다면 경계로부터 최대 50feet에서 확산되는 먼지를 除去하여야 한다.
- 4) 광범위한 저감과정이 수반되어야 한다. 이에선 먼지발생 低減計劃의 提出, 低減計劃 이행방안의 文書化 및 기록보관 등이 포함된다. 다만, 지역자치정부가 승인한 먼지저감조례를 바탕으로 作成·提出된 먼지저감계획 등은 당해 규정의 예외적용을 받는다.

(4) 도로먼지 저감내용(Clean Streets Management)

코첼라市 먼지저감 실천계획(CVSIP)에 포함된 먼지발생원 目錄에 의하면, 코첼라밸리의 가장 큰 PM10 배출원은 도로먼지였다. 이에 실천계획의 경우 포장도로에서 發生되는 PM10 배출량을 저감하기 위한 몇 가지 低減方案(예: 도로청소, 노면 안정화 등)이 포함되어 있다. 또한 코첼라 정부협의회는 먼지저감방안의 원활한 이행을 보조하기 위하여 “청정도로관리 프로그램”의 基金을 조성하였다. 그 결과, “陸上道路交通效率法”(ISTEA)에 의거하여 설립된 “혼잡교통 관리와 대기질 보전”(Congestion Management and Air Quality; CMAQ) 기금으로 \$6,000,000이상을 확보하기도 하였다. 동 프로그램에 의하여 지역자치정부는 청정도로 관리방안(예: 비포장 路肩의 安定化, 바람막이 설치 등)의 이행을 위한 기금을 요청하는 신청서를 코첼라정부위원회에 提出하게 된다. 특히 코첼라 정부위원회는 “혼잡교통 관리와 대기질 보전” 및 육상도로교통효율법과 관련하여 먼지발생사업의 설계에서 건설까지의 작업단계별 먼지저감 지침을 제시하여 준다.

제 5 절 영국

1. 미세먼지의 인식변화

1960년대 후반이전, 영국은 石炭 燃焼에 기인한 스모그 현상을 制御하기 위하여, 1956년 대기청정법(Clean Air Act)을 制定·施行하게 되었다. 이의 주된 이유로는 런던 스모그 연구를 통하여, 스모그의 構成成分이 이산화황과 스모크 먼지입자(smoke particles)이며, 또한 두 가지 오염물질이 석탄 연소로부터 유발되어 동시관리 필요성이 제기되었기 때문이다. 그러나 대기오염으로 인한 건강상의 피해 가능성은 여전히 상존하고 있다. 특히 도시지역의 경우 첫째, 도시 교통량 증대에 따른 대기질 악화, 둘째, 대기오염에 의한 건강피해 인식의 확대 등이 특징적이다. 과거와 비교하면, 현재는 자동차가 대기오염의 주된 발생원으로 등장하게 되었으며, 석탄연소에 의한 이산화황·먼지오염보다는 자동차유발 이산화질소·먼지가 도시지역 環境汚染의 주된 要因으로 자리잡고 있음을 意味한다.

영국의 경우, 여타 국가의 경우와 마찬가지로 먼지오염의 인체 건강피해에 관한 우려가 제기되고 있음은 물론이다.¹⁶⁾ 영국 大氣汚染 調査委員會의 대기오염물질과 사망률간의 상관관계에 대한 연구에 의하면, 1950년대~1970년대에 이루어진 연구의 경우 매연(black smoke)·이산화황 증가와 심장·허파질환으로 사망한 사람수간 密接한 關聯性이 있음이 立證되었으며, 8개의 서로 다른 연구결과에 따르면 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM10) 증가는 일일사망률을 약 1%정도 증가시킨다는 結論을 도출하였다.

특히 8개 조사연구 가운데 4개 보고서에서 약 45%의 심장질환 사망률을 보이던 것이 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM10) 증가로 1.4% 增加하고, 5%를 차지했던 허파질환 환자의 사망률은 3.4%가 상승했다고 提示하고 있다. 결국 대기오염으로 인해 사망률이 증가한다는 직접적인 증거는 없으나, PM10오염으로 인하여 이미 존재하는 질병이 악화되어 사망률을 높인다고 보여진다.¹⁷⁾

또한 영국 대기오염 조사위원회는 “1991년 12월 런던의 대기오염 조사연구를 통하여 1일

16) 영국 도시대기의 먼지농도는 1950년대 이후로 급격한 감소되어서, 그 당시 평균 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이던 먼지 농도가 오늘날은 $30\mu\text{g}$ 미만을 나타내고 있다. 이러한 먼지입자의 급격한 감소에도 불구하고, 먼지입자가 여전히 건강을 위협하고 있다는 것은 이해하기 어려운 일이나, 먼지로 인한 건강상 피해에 관한 증거는 영국을 비롯한 많은 나라의 대기독성연구에서 새로운 증거들이 계속해서 밝혀지고 있다.

17) 미국의 연구결과에 의하면 오랫동안 대기오염에 노출될 경우, 심장과 폐질환으로 사망할 수 있으며, 폐암으로 전이될 가능성도 높다는 가설이 실험연구를 통하여 입증되고 있음에 유의하여야 한다.

매연 농도가 $228\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 상승하고 시간당 이산화질소 농도가 228ppb 까지 높아지자 전체 사망률이 약 10% 상승하고, 폐질환으로 입원하는 환자가 증가했으며 호흡기질환으로 입원하는 환자가 증가한 결과를 바탕으로 하루 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM10) 증가는 인구 백만인을 가진 도시에서 이틀에 한 명의 환자가 발생한다는 결과를 유도하였다. 이러한 연구를 통하여 PM10 오염수준과 인체 건강피해간 상관성이 있음이 증명되고 있다.

그러나 어느 정도의 PM10 농도가 심장·폐질환을 유발하는가에 관한 판단기준의 경우 아직까지 충분한 증거는 없는 실정이다. 다만, 개개인의 건강상 안전성을 고려해야 할 경우, 대다수의 사람들에게 건강상의 피해를 주지 않을 수치로서 설정된 값은 1일 기준으로 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이다(이는 24시간 동안 1mg 이하의 흡입량과 동일함). 이에 더하여 역학(epidemiology)연구에 따르면, 어느 특정지역의 PM10 수치가 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하임에도 불구하고 건강상의 피해를 유발하는 것으로 나타났음에 유의하여야 한다.

이는 PM10 환경기준을 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24시간 기준)으로 설정한다고 하여도, 주된 오염인자의 영향권내에 거주하는 사람들은 높은 농도에 노출되는 가능성으로 인하여 건강상 피해를 받는 빈도가 높을 수 있다. 따라서, 사람들이 대기오염으로 인한 피해를 입지 않기 위해서는 平均值를 넘어서는 最大濃度의 수치를 制限하는 것보다는 지속적인 노력을 통하여 먼지입자의 평균농도를 더욱 낮추는 것이 보다 바람직하다고 영국 대기오염조사위원회는 권고하고 있다. 이에 동 위원회는 미세먼지의 경우 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24시간 기준)이 불특정 다수인의 건강보호상 안전한 수치라고 보고 있다.

실제 영국에서는 24시간 평균 미세먼지 측정치가 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 일 때를 標準大氣數值로 설정해 놓고 있다. 이에 대부분의 지역인 약 90%는 기준치에 가까운 값을 보이고, 약 10% 지역은 $20\mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 정도 높은 값을 보이는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 대부분의 도시에서 주로 겨울철에 발생됨이 특징적이다. 결국 인체의 건강보호 관점에서 본다면, 영국은 대기기준치를 초과하는 농도를 저감하는 노력과 함께 PM10의 평균농도를 감소시키려는 대책이 병행추진되어야 하는 當爲性을 갖게 됨을 알 수 있다.

2. 미세먼지 저감대책 보고서

최근 대기분진의 排出源과 濃度에 관한 새로운 보고서가 영국 도시대기연구단체(QUARG)에 의해 작성되고 환경부에서 발행되었으며, 이의 주된 관심은 종래의 대기분진 관련연구의 평가 및 도시 대기중의 분진 저감을 위한 대책연구이다. 당해 보고서의 의의는 “도시 대기중의 분진 排出源과 濃度에 대한 올바른 이해를 통해서만이 대기질 향상을 위한 정책 개발과 실천이 가능하므로, 모든 배출원에서의 분진 배출량을 저감하기 위한 기존의 대책을 재검토하고, 또 다른 追加的 方案의 마련이 필요하다”는 것으로 要約할 수 있다. 상기 보고서의 내용을 정리하면 다음과 같다.

(1) 발생원 분포: 1차 배출원(배출원에서 공기중으로 직접적으로 방출되는 분진)으로는 도로·교통(25%), 건설·채광·채석업·산업활동 등의 비연소과정(24%), 산업활동 연소시설과 연소가 동반되는 과정(17%), 상업·주거지역의 燃焼(16%), 그리고 公共 전력발전(15%) 등의 순서이다.

(2) 도시지역 배출원: 都市地域의 경우 도로교통이 주된 배출원으로, 1990년에 배출된 PM10의 86% 정도가 도로·교통분야에 의해 유발된 것이었다. 기타 산업 배출원과 가정의 석탄 연소로 먼지의 농도가 국부적으로 높은 곳도 있으며, 벨페스트市가 이에 해당된다.

(3) 계절적 특성: 여름철의 경우, 비록 再浮遊되는 도로먼지가 높은 기여도를 나타내지만, 2차 배출원(황과 질소화합물이 햇빛의 영향으로 생성하는 분진)도 높은 PM10 농도를 유발하는 주된 요인중의 하나이다. 한편 수치모델 분석에 의하면, 서유럽에서 협정된 이산화황과 이산화질소에 관한 低減協約으로 인하여, 2010년까지 영국의 2차 분진의 양이 약 40% 정도 저감될 것으로 예측되고 있다. 반면에 겨울철의 경우, 높은 PM10 농도의 주된 요인은 도로·교통으로부터의 배출가스이다. 만약 도로·교통분야의 배출원으로부터의 분진을 약 ⅓정도 줄이게 되면 영국 대부분의 도시에서 大氣環境 勸奨基準値를 만족시키는 수준이 될 것으로 예측되고 있다.¹⁸⁾

18) 대기환경 권장수치를 충족시키기 위해서는 많은 배출량의 감소가 요구된다. 런던의 1991년 12월의 분진 농도를 기준으로 볼 때, 24시간 PM10 평균농도를 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 낮추기 위해서는 자동차 배기가스를 약 80%이상 감소시켜야 한다. 이에 2010년까지 배기량의 약 52% 정도 감소계획을 설정하고 있다.

3. 미세먼지 저감노력

현재 영국의 미세먼지(PM10) 大氣基準은 24시간 平均값으로 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이며, 이는 애버던 의과대학의 시튼 교수가 의장을 역임하고 있는 대기전문위원단의 권장안을 정부가 받아들임으로써 決定된 것이다. 동 전문위원단은 정부가 1990년 영국의 대기기준을 설정하기 위하여 조직된 단체로서, 특히 전문위원단은 연간 PM10의 絶對量 削減의 필요성을 제시하고 있기도 하다.

이와 같은 미세먼지 기준을 둘러싸고 다양한 저감노력이 논의되고 있으며, 이를 要約하면 다음과 같다.

(1) 미세먼지 배출허용 기준치 설정

1992년말 미세먼지의 보다 엄격한 배출허용 기준치가 대기청정법에 도입되었으며, 특히 촉매 변환기를 갖춘 새로운 가솔린엔진의 乗合車를 효율적인 통행수단으로 인정하고 있다. 한편, 도로 주행시험을 통하여 좋은 조건의 촉매가 일산화탄소·탄화수소·이산화질소 등의 배출가스를 약 1/3정도 저감하는 것으로 밝혀짐에 따라, 새로운 디젤 차량은 가솔린 차량과 같은 배출가스 기준치를 적용하고, 또한 분진배출 기준치도 준수하도록 하고 있다.

또한 1993년부터 3.5톤 이상의 신형 디젤트럭과 버스는 더욱 엄격한 규제를 받게 되며, 1994년 이후에는 밴 차량과 비도로통행차량에도 적용되도록 하였다. 2단계 규제의 경우, 1996년 10월부터 시행되어 가솔린·디젤 차량을 대상으로 特別規制를 적용하고 있는 관련 법률들이 1997년 1월부터 모든 신형 차량에 적용된다. 이러한 경향은 미국에서 1994년~1996년 사이에 시행한 법률적용 사례와 일맥상통하는 것이며, 이를 통하여 1991년 기준치에 비해 배출량의 상당한 감소를 낳는 결과를 보이고 있다.

(2) 유럽연합과의 공동 저감노력

영국을 위시한 유럽연합은 미세먼지 排出量 低減의 일환으로 향후 2000년까지 차량배출 오염물질 배출량을 저감하기 위한 제반 대책을 입안하고, 이의 經濟性 分析과 함께 다음과 같은 몇가지 제안을 제시할 예정이다.

- 1) 2000년까지 신형 차량을 대상으로 먼지 배출량을 저감시킬 경제적 방안에 대한 유럽연합간 합의 도출
- 2) 산업·채석업·건설·가정 석탄 연소 등을 포함한 기타 먼지 排出源으로부터의 저감방안의 공동 추구
- 3) 2차분진 발생의 저감을 도모하기 위하여 이산화황·이산화질소 등의 오염물질 저감의 경우, 영국은 제2차 의정서를 통하여 1980년 이산화황 濃度를 基準으로 2005년까지 70%, 2010년까지 80%까지의 削減 결의

제 6 절 정책적 시사점

최근 미세먼지(PM10)에 의한 人體 健康被害 가능성에 관한 우려가 제기됨에 따라, 우리나라를 비롯한 미국·영국 등 선진외국에서 이에 관한 배출량의 根源的 低減 및 被害豫防을 적극적으로 모색하고 있음을 알 수 있다. 그러나 미세먼지는 발생원의 다양한 분포, 발생원별 배출특성의 상이성 및 대기오염의 기여도 차이 등에 의하여, 저감대책 立案·推進시 지역특성에 적합한 差別化된 戰略이 필요하다. 이에 각국에서는 자국의 전반적 미세먼지 발생현황 정도에 의거하여 나름대로의 低減對策이 적용되고 있다.

이하에서는 미세먼지 저감을 위한 우리나라와 외국 事例間 比較分析을 통하여, 향후 서울시 생활주변 미세먼지 저감에 유용하게 적용할 수 있는 방안모색과 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

1. 미세먼지 인식 및 관리방향

(1) 외국의 경우 PM2.5의 環境危害性에 관한 論議가 상당히 진행된 상태일 뿐만 아니라 인체영향에 관한 실증분석 결과가 보고됨에 따라, 이에 관한 대기환경기준치 設定이 제기되고 있다. 국내의 경우, 1994년 미세먼지(PM10) 환경기준치 설정과 1995년부터 측정이 이루어진 상태여서 아직까지 PM2.5에 관한 논의는 매우 미약한 상태이다. 향후 미세먼지의 인체건강 피해를 사전예방하는 차원에서, 이의 기준치 설정논의가 향후 본격화할 것으로 전망된다.

(2) 우리나라와 외국의 경우 정도의 차이는 있으나 미세먼지 발생의 주된 인자는 도로·교통부문과 건설활동이 주류를 이루고 있음을 볼 수 있다. 한편 生活周邊 미세먼지 低減을 위한 실제적 추진상황은 저감대책의 우선순위 측면에서 큰 비중을 차지하지 못하고 있다. 그러나 지역주민의 쾌적하고 淸淨한 生活空間 조성측면에서는 생활주변 미세먼지 발생원 대책 또한 각별한 주의가 요망된다고 할 수 있다.

(3) 생활주변 미세먼지 관리의 實效性을 확보하기 위해서는 일차적으로 미세먼지 배출원의 분포, 미세먼지의 擴散·流入過程 및 汚染水準 파악, 미세먼지 구성성분 분석, 그리고 지역주민의 미세먼지에의 노출 정도 등의 자료체계 확보가 급선무라고 할 수 있다. 연후에 이를 바탕으로 구체적이며 실질적인 저감대책이 적용되는 “원인(미세먼지 오염수준)-결과(저감대책의 처방)”라는 일련의 效率的 過程이 연계될 수 있다.

2. 생활주변 미세먼지 저감대책

(1) 우리나라를 포함한 외국의 경우 미세먼지 저감대책의 경우 배출 기여도가 높은 다량 발생원에 집중되어 있다. 예를 들면, 대형공공장·도로·산업시설에서의 연료소비 과정 등이 이에 해당된다. 그러나 외국의 경우 生活周邊 미세먼지 발생원에 관한 低減對策은 지역 자치단체의 역할(예: 코첼라市)로서 細分化되는 과정을 엿볼 수 있으나, 우리나라의 경우에는 법규상의 한계조건으로 그러하지 못한 점이 뚜렷이 구별된다.

(2) 서울시 및 구 기초자치단체의 경우, 현행 대기환경보전법 규정의 限界條項으로 인하여 생활주변 미세먼지 배출원을 直接規制·管理할 수 있는 여지가 없는 실정이다. 예를 들면, 소규모 공사장의 경우 당해 공사의 인·허가시 미세먼지 저감방안의 수립·시행을 공사시방서에 포함하도록 하는 행정지도를 통한 接的 低減對策이 적용되는 수준에 머물고 있다.

한편으로 기초자치단체내의 유관부서(주택과·건축과·공원녹지과·토목과·하수과·관할동사무소 등)들이 相互 協助를 통하여, 먼지저감과 관련된 활동을 수행하고 있으나, 이 또한 법적 제재를 유도할 수 없는 한계를 보이고 있다. 이에 지역주민의 건강보호 및 환경위해성 제어측면에서 條例制定에 의한 먼지관리의 필요성이 한층 요구된다고 할 수 있다.

3. 법적·제도적 실효성 증진

(1) 미국의 경우(예: 남부해안대기질 관리구역) 미세먼지 오염수준이 環境基準値를 초과하게 되면(대기기준 미달성지역으로 지정), 지역정부는 대기질보전실천계획의 수립·추진이 법상 규정되어 있다. 이에 반하여 서울시를 비롯한 경기일부지역이 1996년 수도권 대기규제지역으로 지정됨에 따라 지역별 大氣保全實踐計劃의 마련 必要性이 제기되고 있는 정도이다. 다만, 이러한 움직임은 향후 서울시 생활주변 미세먼지 저감대책에 유용한 법규상 저감장치로서의 役割이 기대된다고 할 수 있다.

(2) 미세먼지에 의한 인체 건강피해를 사전에 대비하는 장치의 일환으로서, 먼지캘리포니아 Coachella valley의 경우 미세먼지 豫測水準이 연방 건강기준을 초과하게 되면 먼지주의보가 발령되어, 미세먼지 오염노출에 대비하는 것을 볼 수 있다. 특히 먼지주의보는 미세먼지 오염수준을 발생원별로 豫測·通報하고 있으며, 또한 풍속이 25mph(약 40km/h)이상인 경우에는 보다 강화된 먼지오염 저감대책이 추진되도록 하고 있어 매우 특징적이다. 서울시의 경우, 지역주민의 생활공간상에서 나타나는 미세먼지 오염피해를 豫防하기 위한 정책도구로서 먼지주의보 관련정보의 활용이 검토될 필요가 있다.

(3) 먼지저감조례는 지역 自治團體의 지역내 먼지 발생원별 대책을 위한 실천적 의미를 담고 있다고 할 수 있다. 이에 당해 條例는 지역실정에 적합한 먼지저감계획의 필요성(履行措置의 법적 타당성 확보차원) 확보차원에서 의의를 가지게 된다. 이에 따라 생활주변 먼지배출량 저감을 도모할 수 있는 法的 裝置가 될 수 있다.

第 5 章 生活周邊 미세먼지 低減方案

제 1 절 개요

공사장에서 미세먼지를 저감시키는 一般的 方法으로는 먼지 발생의 원천적 저감을 도모하거나, 대기중으로 飛散되는 먼지를 저감시키는 방안, 그리고 비산된 먼지를 포집하여 제거하는 후처리방법으로 구분할 수 있다. 그러나 본 연구의 대상인 소규모 공사장, 나대지, 학교운동장, 그리고 한강 둔치 등은 현행 대기환경보전법상의 적용규모 이하일 뿐만 아니라 다양한 양상을 띄고 있으므로 연구대상별 미세먼지 저감방안의 變異性을 나타내고 있다. 이에 나대지 및 소규모 공사장의 경우, 비산된 먼지를 제거하는 후처리방법은 작업규모 또는 경제성 측면에서 합리적이지 못한 반면에 먼지 발생의 사전 억제, 미세먼지의 공간적 비산 저감 및 발생원 제어가 보다 적절할 것이다. 또한 학교운동장과 한강둔치의 경우 미세먼지로 인한 영향특성에 비추어 소규모 공사장에서의 저감방안과 다른 대안이 相對的으로 效果的일 수 있다. 즉 소규모 공사장에서의 규제적 접근원리보다는 유도·지원식 접근이 바람직할 수 있으므로 개개의 접근원리를 기반으로 生活周邊 미세먼지 低減方案을 정립하고자 한다.

이에 본 장에서는 일차적으로 미세먼지 저감방안을 ①살수대책, ②화학적 안정제 사용, ③건물외벽 방진망 설치, ④방진덮개 및 방진포 설치, ⑤재료배합 장소별 방진망 설치 및 작업 후 진공청소, ⑥진공청소차량의 이용 등의 유형별로 분류한 후, 연구대상별·미세먼지 발생과정별 저감방안을 살펴보고자 한다. 연후에 각각의 저감방안별 경제성 분석을 통하여 연구대상별 미세먼지 저감·관리방안을 모색하고, 또한 이들 저감방안의 실제적 효율을 증진할 수 있는 법적·제도적 기반조성, 주민참여, 환경보전기금의 활용, 그리고 기타 저감유인제도 등을 제시하고자 한다.

제 2 절 저감방안의 유형별 분류

1. 살수대책

기존의 노후된 건물을 解體할 경우 과거에 단열재로 사용했던 석면이나 암면 등의 미세한 먼지가 발생하기 쉬우므로 해체 대상건물의 내·외벽에 먼지가 발생하지 않도록 살수하고, 모래 등의 야적시에 적정습수율을 유지하여 먼지가 발생하지 않도록 수시 살수가 필요하다. 또한 수분증발 후에도 먼지발생을 억제하기 위해서는 화학적 안정제(Chemical Stabilizer)를 물과 혼합하여 분사시켜 미세먼지의 발생을 억제시킨다.

2. 화학적 안정제(Chemical Stabilizer)의 이용

화학적 안정제를 혼합한 용액을 살수할 경우, 입자발생 원자재의 표면 및 지표면 등에 작용하여 표면에서 비산되는 미세입자를 억제시키게 된다. 따라서 원자재 선별작업, 파쇄작업 및 비포장 표면의 미세먼지 抑制方法으로 사용될 수 있다. 화학적 안정제의 일반적 종류로는 계면활성제, 거품유발물질, 먼지완화제 등이 사용되며,¹⁹⁾ 이와같은 성분들이 미세입자를 원자재나 지표면에 결합시키는 봉합작용(sealing effect) 또는 접합제(cementing agent) 기능을 통하여 미세먼지 발생을 저감하는 작용을 하게된다. 단, 화학적 안정제를 사용할 경우 미국에서

19) 먼지발생 저감을 위하여 사용되는 안정제는 비튜멘(bitumen: 석탄, 석유, 또는 아스팔트화합물의 통칭임), 염(salts), 접착제(adhesives) 등으로 구분할 수 있으며, 이를 분류하면 다음과 같다(DRI, 1996). ①염: 염화마그네슘 또는 염화칼슘과 같은 hydroscopic 화합물이 여기에 포함된다. 이는 상대습도가 약 50%를 초과하면, 물을 흡수하고 수분은 흩날린 입자들을 서로 응집하는 작용을 한다. 염은 높은 용해도로 인해, 침전과 runoff로 소모되기도 한다. ②수지(resin): 또는 석유계 유제(petroleum emulsions): 수중에서 유상으로 되거나 또는 부유되는 비수용성 유기탄소화합물로서, 흩에 뿌리면 흩 먼지들을 서로 달라붙게 하여, 단단한 결정체를 만들게 된다. 나무수지, 석유, 또는 아스팔트 화합물로 만들어진 여러 유상제품들이 사용되고 있다. ③중합체(polymers): 긴 체인분자구조는 이론적으로 더 많은 입자들을 연결해 주거나 또는 더 큰 입자들간의 간격을 연결해 줄 수 있으므로, 일반적인 수지보다 더 효율적인 접착제 역할을 한다. ④계면활성제(surfactants): 물표면장력을 감소시켜, 수분이 좀더 효율적으로 많은 입자들과 응집체들에 작용한다. ⑤비튜멘: 표면을 효과적으로 포장하는 아스팔트나 도로오일 같은 물질들이 포함된다. ⑥접착제(adhesives): 끈끈하나 수용성층을 형성하는 시럽같은 목재산물인 lignin sulfonate가 포함된다. ⑦고체물질(solid materials): earth materials과 재생된 물질을 혼합하여 만든 석유산업 부산물이 포함된다.

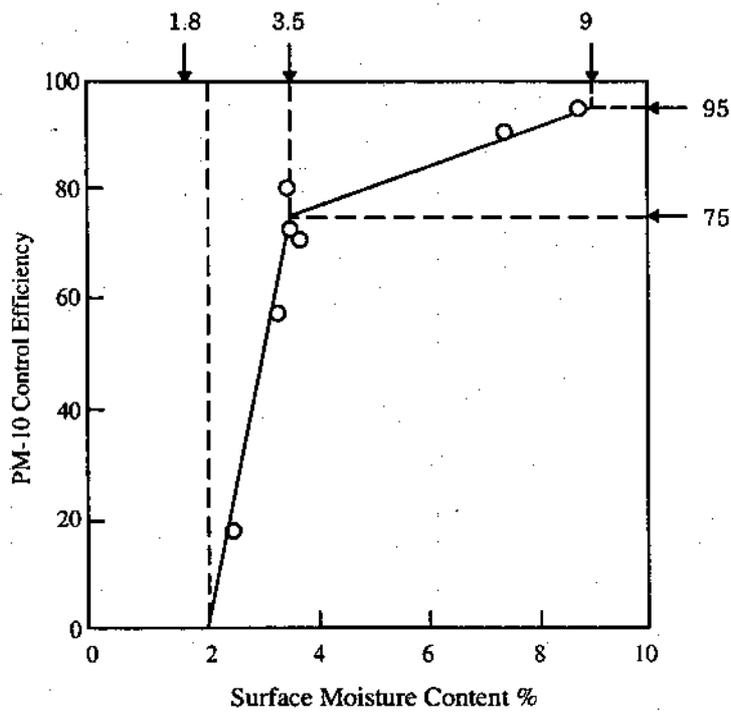
는 휘발성 유기화합물(VOCs)의 배출가능성과 지표수·地下水 汚染 가능성이 있는 특정 아스팔트제품의 사용을 제한하고 있는 Rule 4641을 준수하도록 함에 유의할 필요가 있다. 가슴에 의한 안정화는 교통량이 많은 기간동안에 물공급 트럭에 의한 지속적인 물 공급이 필요한 경우이며, 일반도로보다는 산업도로에서 주로 이용되는 방법이다(Desert Research Institute, 1996).

(1) 파쇄 및 해체 작업

건물을 해체할 경우 단열재로 사용하였던 석면이나 암면 등의 미세먼지가 발생하기 쉽다. 이에 해체 대상건물의 內·外壁에 먼지가 발생하지 않도록 살수시에 거품유발물질과 같은 화학적 안정제를 혼합·살포하여 미세먼지를 解體物 表面에 역류시키거나 거품에 묻치게 하여 먼지발생을 억제 또는 감소시킨다. 이와같은 거품유발물질은 적은 양의 용액을 사용하는데, 살수시키는 물의 양을 줄이기 위해 계면활성제를 첨가할 수 있다. 또한 미세먼지 저감효율이 좋은 작은 거품을 만들기 위해서 격렬하게 混合하여 100~200 μ m 범위의 거품을 생성시킨다. 이렇게 만들어진 용액을 해체건물 표면에 살포하여 적셔줄 경우 물만을 살수할 경우보다 더욱 효과적으로 미세먼지의 발생을 억제시킬 수 있다(Kinsey and Cowherd, 1990). 한편 거품유발물질의 사용은 건물 해체시 뿐만 아니라 그 이외의 파쇄작업, 콘베이어벨트 등의 작업에서도 미세먼지 統制에 효과적인 것으로 평가되고 있다.

(2) 비포장 표면

표면의 함수율이 약 2%에서 3.5%로 증가할 경우 미세먼지의 統制效率은 약 75% 증가하고, 수분함수율이 3.5%~9%에 이르게 되면 통제효율이 점차로 增加하여 약 95% 수준을 보이게 된다(<그림 5-1>참조). 따라서 살수만을 단독적으로 실시할 경우 야적장이나 비포장도로에서의 함수율은 분체상 물질이 약 10% 정도의 수분함유량을 維持하도록 하게 되면 비산먼지 발생을 효율적으로 차단시키게 됨을 알 수 있다.

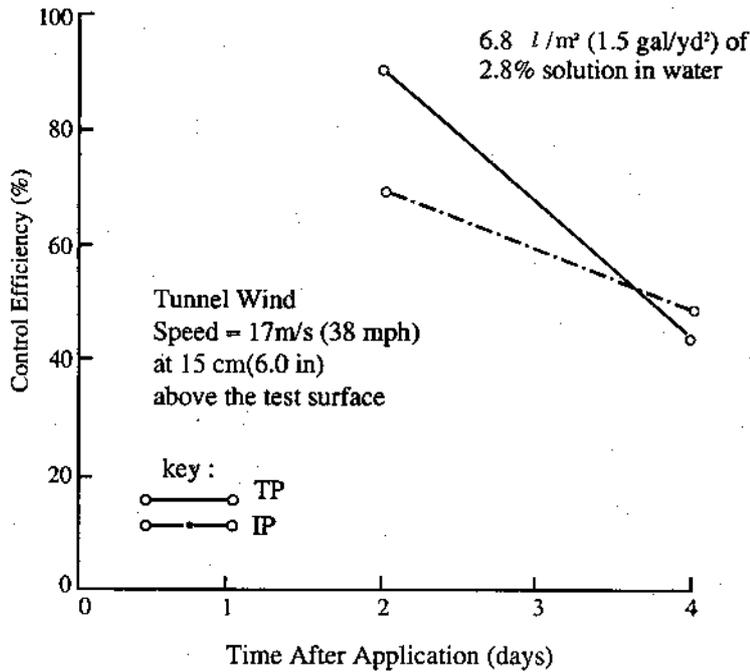


자료 : Kinsey and Cowherd (1990)

〈그림 5-1〉 수분함수율과 비산먼지 통제효율

또한 화학적 안정제를 혼합한 水溶液을 撒布하는 경우 수분이 흡수된 이후에도 미세먼지가 지표면에서 비산되는 것을 방지해 주어 그 효과를 한층 높일 수 있다. 따라서 소규모 공사장의 비포장표면에 대해서는 잦은 撒水를 하여 含水率을 10% 정도를 유지하는 것이 효과적이다. 실제 작업시에는 지속적인 살수가 시행되기 힘들기 때문에 수분이 증발된 이후에도 미

세먼지를 억제할 수 있도록 화학적 안정제를 살수시 함께 혼합하여 살포하여야 할 것이다. 비포장 表面에 대한 비산먼지 統制를 위하여 사용되는 화학적 먼지억제제는 크게 salts(CaCl_2 and MgCl_2), lignin sulfonate, wetting agents, petroleum derivatives, latexes, plastic의 6개 범주로 구분된다.



자료 : Kinsey and Cowherd (1990)

<그림 5-2> 화학안정제 사용과 비산먼지 통제효율(야적장)

(3) 야적장 표면

소규모 공사장에서 자재(시멘트, 모래 등)의 야적은 굴착공사 이후 건물의 基礎工事時부터 마감공사때까지 계속됨이 一般的이다. 이에 자재야적시 미세먼지의 발생을 저감하기 위해서는 수분함유량이 적은 화학적 안정제 混合溶液을 撒布하여 미세먼지의 발생을 抑制시켜야 할 것

이다.

상업적으로 시판되는 화학적 안정제로는 Coherex[®]와 Dow Chemical M-167 Latex Binder가 있으며, 적정 사용량인 Coherex[®] 17% 수용액과 Dow Chemical M-167 Latex Binder 2.8% 수용액을 대상으로 기존에 실시된 풍동실험 결과, 혼합용액을 살포하여 2일이 경과후에 풍동지면 15.2cm, 풍속15m/sec에서 Coherex의 통제효율은 총부유분진(TSP)일 때 약 89.6%, 미세먼지인 호흡성분진일 때 약 62% 수준인 것으로 알려지고 있다.

또한 풍동지면 15cm, 풍속17m/sec에서 Dow Chemical M-167 Latex Binder의 통제효율 (<그림 5-2>참조)은 총부유분진(TSP)일 때 약 90%, 미세먼지인 호흡성 粉塵일 때 약 68% 인 것으로 분석되고 있다(Kinsey and Cowherd, 1990; 현대건설 기술연구소, 1996). 이와 같은 상업용 화학적 안정제는 기존의 석탄야적장에서 비산먼지 통제수단으로 사용되어 왔으나, 공사장 야적장의 경우에도 미세먼지 저감수단으로서 유용하게 적용될 수 있을 것으로 평가되고 있다.

3. 건물외벽에 방진망 설치

소규모 공사장의 解體時와 건물 增築段階에 건물외벽에 설치하는 방진망은 비산된 먼지의 擴散을 統制하여 먼지의 발생지역을 국소화시키는 작용을 한다. 먼지의 피해를 받기 쉬운 주택가 지역에서 방진망은 작업중의 비산먼지의 저감 및 노출된 지면에서의 먼지 배출을 감소시킬 수 있는 유용한 수단이 될 수 있다.

4. 방진덮개 및 방진포 설치

공사장에서 작업전에 임시적으로 자재(시멘트, 모래 등)를 야적하고 있는 경우에는 반드시 방진덮개로 덮어 먼지가 飛散되는 것을 방지한다. 또한 공사장 주변의 비포장 도로나 먼지가 많이 날리는 표면에는 방진포를 덮고 살수하여 먼지발생을 억제한다. 방진포를 사용할 경우, 항상 수분을 함축하고 있을 정도로 충분히 살수하여 먼지를 효과적으로 저감시킬 수 있도록 하여야 한다.

5. 재료(시멘트, 모래 등) 배합장소에 대한 방진막 설치 및 작업후 진공청소

소규모 공사장은 대부분이 주택가에 위치하여 시멘트와 모래같은 자재를 배합할 경우 먼지가 비산하여 공사장 주변에 거주하고 있는 주민들에게 직접적으로 피해를 주게된다. 따라서 먼지가 비산할 수 있는 자재배합, 절단 및 Grinding하는 장소에는 작업시 방진막을 설치하여 먼지가 작업장 주위로 비산 및 확산되는 것을 막고, 작업종료 직후에는 진공청소를 실시하여 미세먼지 발생원을 원천적으로 제거시켜야 한다.

6. 진공청소 차량에 의한 작업장 및 진입로 진공청소

대부분의 소규모공사가 이루어진 후에 주변에는 작업으로 인한 잔재 및 작업중에 배출된 입자들이 그대로 남아 있게 된다. 작업후에 살수가 이루어지는 곳도 있으나 수분이 증발하면 다시 먼지발생원으로 작용하게 되고 계속적으로 먼지를 유발하게 된다. 또한 작업후에 주위 도로변에 남겨진 시멘트, 흙, 모래, 돌가루 등을 차량이 운행하면서 미세하게 분쇄시키게 되어 공사가 끝난 후에도 계속적으로 먼지를 발생시키게 된다. 따라서 공사가 종료된 이후에는 공사장 주변을 진공청소차량 등을 가동하여 먼지유발 물질들을 흡입시키고 고성능 필터를 사용하여 제거하여야 한다.

제 3 절 저감방안 유형별 비용산정

1. 지표면 안정화 대책

바람에 의한 먼지 발생·확산을 제어하고 風速을 저감하며 먼지 발생경로를 차단하는 일련의 대책이 이에 포함된다. 지표면 안정화 대책은 지표면에 축적된 먼지량을 처리하기 위한 대책이라기 보다는, 축적된 먼지가 바람에 의해 흩날릴 수 있는 지역(더 이상의 먼지이동이 실제적으로 정지된 상태)에 적용된다. 地表面 安定化 對策은 크게 식물생장법, 화학적 방법, 그리고 기계적 방법으로 分類할 수 있다.

(1) 식물생장법(Vegetative Method)

지표면 안정화 방법의 대표적인 방법으로서, 植物生長法은 자연식물생장을 촉진하고, 이를 통하여 광범위한 지표면 덮개 역할을 도모하는데 있다. 또한 지표면상의 風速을 저감하기 위한 목적으로 植生에 의한 바람차단(Vegetative windscreen)기능도 이에 포함된다. 식물생장법의 긍정적 효과로서는 일반적인 외형상 미관에 대한 장점과 효과의 장기적 지속성에 있다. 반면 부정적인 측면으로는 초기 효과발생의 지연 및 상대적으로 높은 실시비용(식물생장을 위한 관개기능이 추가된 경우)을 들 수 있다. 이의 예상비용은 관개시설을 포함하게 되면 1에이커당 \$500 [=111.2 원/m²] 이상이 소요되는 것으로 평가되고 있다²⁰⁾(Desert Research Institute, 1996).

(2) 화학적 방법(Chemical Methods)

화학적 방법이란 多様な 形態의 연무질 살포 및 액체상의 덮쉬움 등으로 지표면 근처의 먼지 오염물질을 凝集하는 방법을 총칭한다. 이러한 방법의 공통된 특성으로는 단기적 효과발생(보통 4개월 이내), 그리고 상대적으로 많은 비용(각각의 경우 1에이커당 \$500이상)이 소요된다는 점이다. 실제 화학적 방법적용의 경우 중요한 고려요소는 시간과 비용변수가 이에 해당된다. 한편 표준 액체 운반/적용시설 장비는 지표면 안정화 대책이 실시되는 당해 지표면에서의 이송이 매우 어렵다는 것이 과제로 남아 있다. 참고사항으로서, 미국에서 비포장 도로와 노면에 이용되는 화학적 안정제 및 이의 사용에 따른 소요비용(1995년 기준)을 나타내면 <표 5-1>과 같다.

<표 5-1>에 의하면, 화학 안정제의 일반적 비용은 1sq.yard당 \$0.09~\$1.12(=단위 m²당 97원~1206원; \$1=900원 기준)의 편차를 보이나, 평균적으로 1sq.yard당 \$0.1 비용(108원/m²)의 안정제를 이용할 경우, 도로넓이 10ft*1마일(가로=3.05m, 세로=1.6km, 넓이=0.005km²)당 비용은 약 \$587(528,300원/m²)이고, 同一한 도로를 基準으로 1sq.yard당 \$1.0(1,076원/m²)인 안정제를 이용할 경우는 \$5,867(5,280,300원)의 비용이 소요됨을 알 수 있다(Desert Research Institute).

20) \$500/acre = (\$500 × 900원/\$) / 4,047m² = 111.2 원/m²

<표 5-1> 화학 안정제별 이용가격(1995년 기준)

안정제 제품	성분	제공 야드당 재료비	제공야드당 비포장도로의 이용비용	제공야드당 비포장 노건의 이용비용
Dustguard	Salt: MgCl	\$0.23	\$0.24	부적합
Enduraseal	Tree Resin Emulsion	\$1.22	\$0.26	\$0.26
Road Oil	Tree Resin Emulsion	\$0.22	\$0.51	\$0.77
DSS-40	Acrylic Copolymer	\$0.35	\$0.09	\$0.09
Soil Sement	Polymer Emulsion	\$0.29-0.47	\$0.07-0.11	부적합
	Polymer Emulsion	\$0.75	\$0.18	부적합
Coherex PM	Petroleum Emulsion with polymer	\$0.25 \$0.30	\$0.30	\$0.26
EMC Squared	Biocatalyst Stabilizer(생 촉매 안정제)	\$0.27	\$0.42	\$0.52
Hydroshield	Sodium Endosperm Hydrate	\$0.09	부적합	부적합

자료: Desert Research Institute(1996).

(3) 기계적 방법(Mechanical Method)

기계적 방법은 토양층 덮쉬움 또는 다양한 고형물질의 散存를 도모하는 방법을 의미한다. 특히 직경 2.5cm이상의 固形物質을 散布하게 되면, 地表面의 安定化에 효과적인 결과를 가져올 수 있다. 단 이용되는 고형물질이 손쉽게 경제적인 이용가치가 있을 경우 매우 유효한 방법이다. 그러나 현재까지 기계적 방법의 大規模 適用, 또는 고형물질의 적절한 散在率 등이 충분히 검증되지 못하고 있다. 또한 기타 지표면 安定化 條件을 기계적인 방법으로 달성할 수 있는 제반 방안들도 현재 검토되고 있는 실정이다. 이에 불구하고 기계적 방법은 단기적(즉시적) 효과성, 상대적인 연구성, 그리고 대규모 지표면 안정화를 위한 잠재적 비용-효과의 유리성 등의 장점을 내포하고 있다.

미국 공병단(U.S. Army Corps of Engineers)의 홍수억제 연구에 의하면, 기계적 방법이 자연식생법 또는 화학적 방법보다 실시비용이 저렴한 것으로 평가되고 있다. 이에 기계적 안정화법 적용에 따른 고형물질의 산재율, 적용기법, 그리고 소요비용 등에 관한 補完 檢討가 이루어지고 있다.

<표 5-2> 지표면 안정화 방안에 따른 장·단점 비교

구분	장점	단점
식물생장법 (Vegetation)	외형적 미관증진 장기적 효과달성	초기효과발생의 지연 고비용(\$500/acre ≒ 111.2원/m ²) 일반적인 관개시설 필요
화학적 방법 (Chemical)	단기·즉시적 효과 무난한 외형처리	단기적 효과 발생 고비용(\$500/acre) 대규모 지역 적용시 시간소요 과다
기계적 방법 (Mechanical)	단기·즉시적효과 장기적 효과달성 무난한 외형처리 잠재적 비용효과성	고형물질 산재율 결정 적용기법 검증 소요비용의 추가적 검증 필요

자료: South Coast Air Quality Management District(SCAQMD), Coachella Valley PM10 Attainment Redesignation Request and Maintenance Plan, 1996.12.

2. 직접적 먼지저감대책

직접적 먼지저감 대책은 바람에 의해 입자상 물질이 공간이동하는 과정을 효과적으로 直接 遮斷하는 방법을 의미한다. 이러한 유형의 먼지오염 저감대책은 기존 발생원에서의 사전 저감대책이라기 보다는, 현재 진행중인 먼지 확산과정을 억제하여 대상지역에서의 축적방지를 도모하게 된다(<그림 5-3A> 및 <그림 5-3B> 참조). 이에 차단막(예: 綠地帶) 설치에 의한 발생원 지역과 영향지역간 먼지오염 수준의 平均的 低減을 도모하기 위한 방법이 전자(<그림 A>)의 경우이며, 후자(<그림B>)의 경우에는 기상조건을 고려한 차단막 설치로 대상지역에서의 먼지오염 影響의 最小化를 유도할 수 있는 방법이다. 이러한 차단막 설치는 자연적·인위적 조성과 관계없이 綠地帶를 통한 저감방안이 적용되면, 먼지오염의 피해를 저감할 수 있을 뿐만 아니라 綠地空間 擴充이라는 부수적 효과를 낼 수 있다. 다만, 차단막인 녹지대 조성의 소요비용은 대상지역의 여건에 따라 매우 彈力的인 값을 가짐에 유의하여야 한다.



〈그림 A〉 차단막 설치에 의한 대상지역에서의 균형화 도모



〈그림 B〉 상승기류를 고려한 차단막 설치

제 4 절 연구대상별 미세먼지 저감방안

1. 먼지저감 및 관리방향

생활주변 미세먼지 발생원인 학교운동장·나대지·소규모 공사장·한강둔치 등은 발생원 자체의 다양한 분포와 미세먼지 발생패턴의 相異性으로 인하여, 당해 오염물질의 발생량과 오염도의 저감 및 관리방향을 일률적으로 규정하기가 곤란한 실정이다. 즉 발생원별 저감대책 또한 差別性을 가져야 함을 알 수 있다. 예를 들면, 생활주변 조사대상 지역의 미세먼지 오염도 측정·분석결과에 의하면, 동일한 발생원이라고 하여도 계절별·공사진척 단계별·세부 위치별 오염수준의 변이성이 이를 대변한다.

이에 생활주변 미세먼지 발생원별 저감대책인 경우, 먼저 <표 5-3>과 같은 제반 원칙을 설정하고, 연후에 실제적인 저감·관리방안을 도출하고자 한다.

<표 5-3> 생활주변 미세먼지 발생원 저감·관리방향

발생원	오염도 변이성 유발요인	저감·관리방향
학교운동장	세부·국지적 위치	운동장중앙, 철봉대, 놀이터 마끄럼틀 등의 시설별 분리 저감대책 도모
나대지	(뚜렷한 유발요인 없음)	나대지 전체지역을 대상으로 일괄적 저감 관리 도모
소규모 공사장	공사진척단계	철거 및 굴착·구조물 기초·구체 및 부대공사·마감공사 및 공사종료후 단계별 저감 도모
한강 둔치	계절적 요인	草地는 계절적 요인제어, 空地는 나대지에 준하는 관리 도모

2. 나대지(공터)

서울시에서 흙먼지를 유발시키는 비포장 空地(나대지)의 형태는 주로 텃밭, 소규모 개인주차장, 건물해체후 남겨진 공터 등으로 분류할 수 있다. 나대지에서의 미세먼지 發生樣相은 여타 생활주변 발생원과 달리 뚜렷한 패턴을 보이지 않는 것이 일반적이다. 이에 소규모 나대지의 경우, 기본적으로 서울시 綠地空間 擴充計劃과 연관성을 가질 수 있도록 植栽를 통한 지표면 처리유도가 바람직하다(식재방안은 서울시 공원녹지관리사업소의 사업추진과 連繫할 수 있으며, 이에 관한 사항은 제5장 5절 참조). 또한 나대지가 개인주차장의 용도로 활용되는 경우, 포장을 하여 흙먼지 발생원을 사전에 차단하고(가능한 한 雨水透水路 鋪裝의 권고), 건물해체후 남겨진 공터는 화학적 안정제를 사용하여 나대지에서 발생하는 먼지를 저감시키도록 한다.

3. 학교운동장

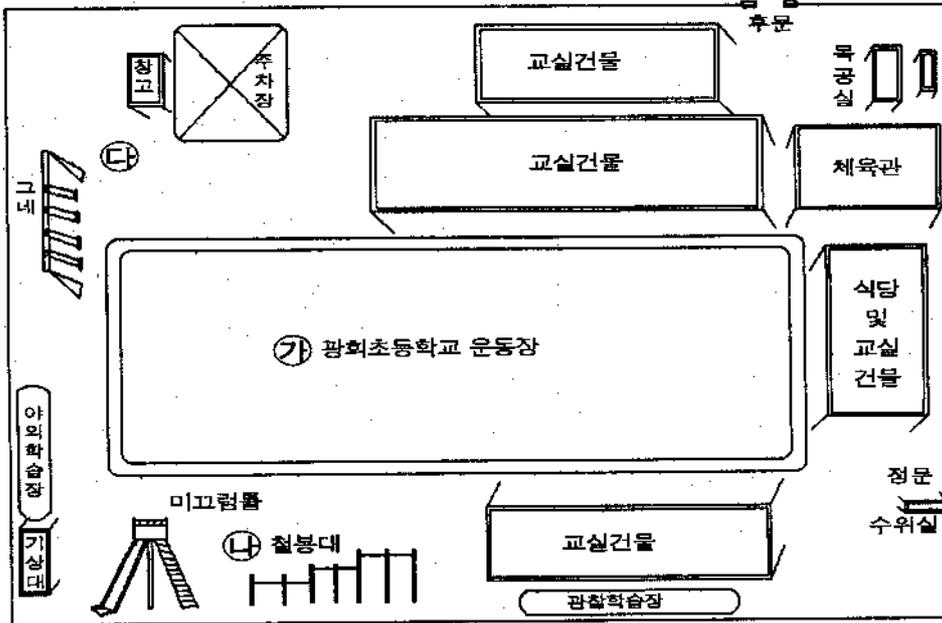
학교운동장은 운동장 表面의 特性에 따라 먼지발생의 變異性이 높은 것으로 조사되고 있

다. 일반적으로 미세먼지가 비산되는 정도는 먼지입자의 양과 부유성에 기인한다. 먼지 입자들이 부유 가능한 거리는 입자의 분출높이, 종단속도(terminal settling velocity), 대기난류의 정도에 의존하며, 비산먼지 배출에 있어서 이론적인 부유거리는 입자직경과 평균풍속의 함수로 계산된다.

이러한 수식에 의거하여 계산한 결과 평균풍속 16km/hr에서 입자크기 100 μ m 이상의 먼지 입자들은 발생원으로부터 6~9m 사이에서 주로 침강하게 된다. 그러나 입자크기 30~100 μ m인 먼지입자들은 침강속도가 매우 정제될 뿐만 아니라, 대기의 난류상태에 따라서 수십 미터까지도 이동한다. 특히 미세입자(15 μ m이하)의 경우는 중력침강속도가 매우 느리고 大氣의 亂流에 의하여 침강속도에 더 큰 방해를 받아 아주 천천히 침전한다. 주로 대기중에 飛散하여 잘 가라앉지 않는 미세입자의 크기는 직경이 30 μ m이하의 입자들이다.

이런 측면에서 볼 때 학교운동장 표면의 흙이 서울지역의 일반적 풍속에 날리기 힘든 입자크기일 경우(100 μ m이상)에는 미세먼지의 발생량이 적게 나타났고, 바람에 날리기 쉬운 미세한 흙먼지(30 μ m이하)로 운동장 표면이 이루어져 있을 경우에는 미세먼지의 발생량이 많은 것으로 평가된다. 특히 초등학교의 경우 아이들이 운동장에서 활동량이 많고 미세한 흙먼지로 표면이 이루어져 있는 경우에는 미세먼지가 급격히 증가한 것을 알 수 있다. 따라서 학교운동장의 표면은 바람에 의해 비산되지 않을 정도의 입자(100 μ m 이상)를 가진 모래로 처리하여 미세한 흙먼지가 飛散하는 것을 방지하여야 할 것이다. 결과적으로 학교운동장을 대상으로 하는 최선의 미세먼지 저감대책은 운동장 지표면을 어떻게 처리하여 먼지발생을 가능한 한 저감시키는 문제(환경성 추구)와, 학교운동장이 갖는 원래의 기능을 가급적 수용하는 문제(체육활동 공간)간의 절충안을 도출하는 것이라고 할 수 있다.

이에 학교운동장의 공간구성을 <그림 5-4>와 같이 표시할 경우, 각각의 위치별 미세먼지 저감방안을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.



<그림 5-4> 학교운동장의 공간구성

(1) 운동장

현재 학교운동장과 관련된 법규에 의하면 운동장의 立地·面積基準 및 급수시설 등의 항목은 제시되어 있으나, 環境性(예: 미세먼지 저감)과 체육활동의 安全性(기준)에 관한 規定은 그러하지 못하다. 이에 대부분의 체육활동이 이루어지는 체육장의 경우, 체육활동공간의 최대한 보장 및 미세먼지 발생량 저감 등을 함께 도모할 수 있는 방안으로 학교운동장의 표면처리 개선이 필요하다.²¹⁾ 즉 바람에 의한 먼지비산이 용이하지 않도록 입자크기가 100 μ m 이상인 모래로 표면처리하게 되면, 미세한 흙먼지가 비산되는 것을 방지할 수 있을 뿐만 아니라 당초의 체육활동기능도 유지할 수 있게 될 것이다. 이에 왕사·중왕사 이용의 경우를 비교하면 <표 5-4A>와 같다. 한편으로 학교운동장의 週期的 撒水를 원활히 하기 위한 지하수 이용

21) 운동장(면적=3,000m²)의 미세먼지 배출량은 나대지의 경우와 유사한 맥락에서 분석할 경우, 1.92kg/년(=0.64(g/m³)*3000m²)으로 산정할 수 있음.

및 살수조건 등과 같은 補助的 規定이 모래표면처리 방식과 連繫되면, 미세먼지 저감의 상승 작용을 낼 수 있다.

<표 5-4A> 운동장 표면처리비용: 중왕사·왕사 사용

구분	중왕사	왕사
이용현황	실제 초등학교중 일부공사	일부 운동장 사용
사용년한	25년 주기교체	-
모래사용량	1.8m ³ /평(0.55m ³ /m ²)	1.8m ³ ~2m ³ /평(0.55~0.6m ³ /m ²)
가격(1997년)	12,000원/m ² (운반비 포함)	7,000원~8,000원/m ² (운반비 별도)
선별작업 및 운동장 도포작업비용	500,000원/일 (보통 1일~2일 소요됨)	600,000원~700,000원/일
3,000m ² 운동장 표면처리비용(예상)	20,300,000원~20,800,000원	20,400,000원~22,300,000원

한편 서울시 중구소재 「리라초등학교」의 경우, 체육장 面積이 매우 협소한 관계로 人造 잔디를 이용한 表面處理를 하고 있음을 볼 수 있다. 이와 같은 방법을 이용할 경우, <표 5-4B>와 같은 소요비용을 예측할 수 있다. 그러나 학교 체육장의 人造잔디 표면처리는 중왕사·왕사를 이용한 방법보다 미세먼지 발생량을 보다 효과적으로 저감할 수는 있으나, 상대적으로 高費用이 소요된다는 점이다. 이에 왕사·중왕사를 이용한 처리방법과 人造잔디를 이용한 표면처리 방법간 우선적용은 먼지저감 효율성·소요비용간의 비교형량을 통한 선택이 핵심사항이 됨을 알 수 있다. 다만, 人造잔디 조성방법은 학교운동장의 면적이 협소할 경우 상대적으로 유리하며, 학교운동장의 평균면적이 3,000m²에 해당될 경우에는 부분적인 人造잔디 표면처리가 고려될 수 있다. 이에 반하여 왕사·중왕사 처리방법은 학교운동장의 면적크기에 관계없이 적용될 수 있는 방법이라고 할 수 있다.

<표 5-4B> 운동장 표면처리비용: 인조 잔디 사용

구분	인조잔디: 조립식A	인조잔디: 조립식B	인조쿠션 제품
단위규격	45cm×60cm=0.27m ²	1.8m×1m=1.8m ²	1.2m×1m=1.2m ²
단위규격 필요량	12개/평 ≈3.7개/m ²	≈1.83개/m ²	≈2.75개/m ²
단위가격(1997년)	48,000원/평 (14,556원/m ²)	30,000원/평 ~40,000원/평	95,000원/평
장점 단점	수분에 강함 조립식으로 해체우려	부드럽고 감촉이 좋음 수분흡수, 바람에 날림	내구성, 수분에 강함 高價
3,000m ² 운동장 표면처리비용 (예상)	≈43,668,000원	≈31,820,000원	≈86,370,000원

(2) 철봉대·미끄럼틀

학교운동장에서 발생하는 미세먼지를 저감하기 위해서는 운동장 표면처리방법이 우선적으로 적용될 수 있다. 앞서 살펴본 체육장의 표면처리 여건비교와는 달리, 철봉대·미끄럼틀 지역의 경우, 아동들의 먼지흡입 가능성이 매우 높을 뿐만 아니라 활동중의 안전사고 위험을 고려하게 되면 인조잔디 사용에 의한 環境性·安全性의 동시추구가 필요하다. 이 경우, 소요비용은 대상지역의 협소성으로 그다지 많은 비용이 들지 않을 뿐만 아니라 안전성을 함께 고려하는 장점을 가질 수 있다.

(3) 놀이시설 주변

놀이시설 지역은 철봉대·미끄럼틀 지역과 마찬가지로 아동, 특히 幼兒의 주된 놀이공간인 점에 비추어 인조잔디 설치에 의한 複合的 機能을 수행할 수 있도록 하는 것이 바람직할 것이다.

(4) 기타 지역

학교운동장의 경우 미세먼지 발생을 最小化하고, 이를 豫防하는 차원에서는 근원적으로 地表面으로부터 바람에 의한 영향을 최소화하는 것이 급선무이다. 이에, 앞서 살펴본 체육장·철봉대 및 미끄럼틀 주변지역·놀이시설 주변지역 등을 제외한 모든 학교 공간부지에 대해

서도 초지조성과 같은 방법을 적용하여 지표면 덮개기능이 추진되도록 하여야 할 것이다.

4. 어린이 놀이터

서울시의 어린이 놀이터는 주로 고운모래와 흙으로 되어 있고 드물게 톱밥으로 되어있다. 따라서 주택가에서 生活周邊 飛散먼지 발생원중에 하나가 되고 있고, 특히 차량운행이 많은 지역에서는 도로변에 모래가 비산되는 경우에 차량운행시 모래입자가 미세하게 파쇄되어 미세먼지 원인물질로 문제시 되고 있다. 이에 서울시 지역의 놀이터에는 미세먼지를 저감시킬 수 있고 安定性 또한 높은, 人造잔디(예: 리라 초등학교) 및 페타이어를 이용한 폴리우레탄 처리를 해 주어야 할 것이다.

5. 소규모 공사장

(1) 소규모 공사장의 대상지역

소규모건축이 이루어지는 지역은 都市計劃 대상지역중 自體開發地域에 해당하는 곳으로서, 대부분의 경우 연립·상가·주상복합·개인주택 등의 건물을 新築·改增築하기 위한 것이다.

(2) 소규모 공사장의 工事段階 구분

- 1) 철거 및 굴착공사
- 2) 구조물 기초공사
- 3) 구체공사 및 부대공사
- 4) 마감공사

(3) 工程段階別 미세먼지 저감방안

소규모 공사장은 공사단계별로 미세먼지의 발생 특성이 다르게 나타나므로, 공사단계별로 미세먼지 저감방안이 細分化되어 제시되어야 할 것으로 고려된다.

1) 철거 및 굴착공사

소규모 공사장의 대상지역인 自體開發 지역의 구건축물 형태는 오래된 한옥 및 양옥 형태

가 많으며 대부분 3층이하의 낮은 건물이 대부분이다. 구건축물의 철거는 주로 포크레인 이용에 의해 이루어지고 있으며, 굴착공사 또한 포크레인에 의해 이루어지고 있다. 解體 및 掘鑿시 미세먼지 저감은 공사장 및 그 주변에 정기적으로 물을 분사시킬 수 있는 撒水施設을 설치하여 먼지가 흩날리지 않도록 한다. 특히 건물해체시에는 과거에 단열재로 사용했던 석면이나 암면 등과 같은 오염물질의 미세한 입자가 비산되기 쉬우므로, 해체공사에 들어가기 전에 撒水에 비산먼지 발생을 억제하는 화학적안정제(Chemical Stabilizer)를 添加하여 미세먼지의 발생을 억제시킨다.

이와같은 화학적 안정제는 해체건물 表面에 작은 거품을 생성시키는 동시에 미세입자를 건물표면에 結合시키거나 멩치게 함으로써 비산먼지를 억제 또는 감소시키는 역할을 하게 된다.

2) 구조물 기초공사

소규모 공사장의 기초토공사는 거푸집을 이용한 시멘트 콘크리트 공사가 대부분이다. 이와같은 기초공사의 경우, 시멘트의 하역 및 작업시와 야적시에 미세먼지의 발생이 증가하므로 작업장 주변에 撒水를 하거나 野積時에는 미세먼지 飛散을 방지하는 덮개를 필수적으로 사용케 한다.

3) 구체공사 및 부대공사

건물의 具體工事시 벽돌 등의 파편이나 모래 및 시멘트작업 등에 의한 먼지의 발생량이 많으므로 공사시에 撒水 및 화학적 안정제를 공사장 주위에 撒布한다.

4) 마감공사

마감공사시 건물외형의 정밀시공(Grinding, 형틀제작 등)에 의한 미세먼지 발생과 미장공사시 먼지발생이 문제가 된다. 특히 단열재 및 석고보드 등의 작업중에 발생하는 미세먼지에 대한 대책이 필요하다. 이에 마감공사시와 마감공사를 끝마친 이후에는 발생된 미세먼지 저감과 향후 발생될 수 있는 미세먼지 발생원을 제거하기 위하여 반드시 진공흡입에 의한 공사장 주변 미세먼지 제거가 필요하다.

5) 공사종료후 미세먼지 관리방안

공사장에서 미세먼지 발생을 방지하기 위한 살수, 방진막, 방진포 등은 공사중에 비산되는

먼지를 일시적으로 방지해 주는 방법으로 공사 종료후에는 다시 再飛散하게 된다. 따라서 공사종료후에 공사중에 발생되었던 먼지를 根源的으로 除去함으로써 반복적으로 미세먼지를 유발시키는 미세먼지 발생원을 차단시키기 위한 대책이 필요하다. 이에 공사종료후 공사장 주변을 기계적인 진공청소를 통한 원천적인 먼지 및 입자상 물질 제거가 이루어져야 한다.

서울시 지역에서 행해지는 소규모 공사는 주로 주택가에 위치하고 있어 비산되는 먼지에 의한 직접적인 피해가 우려되며, 실제적으로 민원발생의 주된 요인이 되고 있다. 또한 공사중에 방진막을 사용한 먼지확산 방지와 공사장의 잦은 살수는 공사중에 먼지가 비산하는 것을 막아주지만, 일단 공사가 종료된 후에는 관리가 이루어지지 않아 일시적으로 비산을 억제해 놓았던 먼지와 입자상 물질이 再飛散하게 되어 오랜기간동안 지속적인 미세먼지 발생원으로 作用하게 된다. 따라서 공사종료후 공사장 인근지역에 대한 기계식 진공청소는 반드시 필요하다. 이에 소규모 공사장의 경우 먼지저감을 위한 점검표를 활용하여 공사진척 段階別 低減·管理對策의 推進이 전제되어야 할 것이다.

먼지저감을 위한 점검표(Check List): 소규모 공사장

1. 공사전:

2. 공사과정:

가. 철거 및 굴착공사

나. 구조물 기초공사

다. 구체공사 및 부대공사

라. 마감공사

3. 공사후:

6. 한강 둔치

서울시 한강 둔치는 季節別 地表面의 성격(예: 잔디·풀과 같은 식물들의 생장 여부)이 매우 相異하며, 이에 따라 계절별 미세먼지 발생특성의 變異性이 높게 나타남은 전술한 바와 같다. 이에 한강 둔치의 경우, 미세먼지 오염수준을 저감하기 위해서는 固定 露出源(예: 운동장)

과 開放型 發生源간 저감대책의 차별성을 부여할 것이 필요하다.

먼저 고정 노출원은 기존의 학교운동장·나대지를 중심으로 적용될 수 있는 저감방안을, 그리고 개방형 발생원은 기본적으로 계절적인 영향을 최소화 할 수 있는 저감대책의 고려가 그것이다. 특히, 둔치가 갖는 강변 휴양·휴식기능을 유지하며, 한편으론 미세먼지 발생을 최소화하기 위한 방편으로서 제안가능한 代案으로는 잔디식재와 같은 地表面 處理를 들 수 있다.

이 경우, 草地가 거의 없는 겨울철에 대비하고 여름철의 綠地景觀을 維持하기 위한 하나의 방안은 현재 골프장에서 이용하고 있는 잔디보호 방법을 원용할 수 있다. 즉 폐고무를 잘게 썰어 그물망처럼 엮은 후, 이를 지표면에 덮고 그물망 사이에 잔디를 심어 성장을 촉진하는 방법이다. 겨울철의 경우 잔디보호 뿐만 아니라 지표면 노출 면적의 저감을 통한 미세먼지 발생저감을 유도할 수 있으며, 여름철에는 그물망 잔디밭의 속성상 잔디훼손 가능성을 억제할 수 있는 장점으로 잔디밭의 이용 또한 가능하게 된다. 한편 이는 폐고무의 再活用이라는 附隨的 效果를 낳을 수도 있다.

제 5 절 저감방안의 효율성 제고

쾌적한 생활공간 조성을 위한 미세먼지 저감 및 관리체계를 새롭게 정비하여야 하는 당위성은 서울시 먼지오염 현황분석(제2장), 생활주변 미세먼지 발생원의 측정·분석(제3장), 그리고 국내·외 미세먼지 관리사례(제4장)에서 충분히 엿볼 수 있다. 이에 본 절에서는 이미 제시되어 있는 생활주변 미세먼지 발생원에 대한 저감 및 관리(규제·유도)방안이 실제적으로 實效성을 갖도록 하기 위한 효율성 제고방향을 모색하기로 한다.

이를 위하여 서울시 및 기초자치단체의 미세먼지 管理機能을 강화하는 방안으로서 ①서울시 생활주변 미세먼지저감 조례제정, ②쾌적한 생활공간조성의 직접적 당사자로서 지역주민참여, ③미세먼지 저감을 보조하기 위한 환경보전기금의 조성·활용, ④기타 간접적 미세먼지 저감유인 방안, 그리고 ⑤향후 서울시의 총체적 먼지저감 종합계획 방향제시 등의 5가지 측면을 중심으로 살펴보고자 한다.

1. 법적·제도적 기반조성

미세먼지 발생에 직접적으로 가장 민감하며, 또한 영향을 많이 받는 지역으로는 오염원을 많이 포함하고 있는 생활공간이라고 할 수 있다. 그러나 나대지·학교운동장·소규모 공사장 등과 같은 생활주변 오염원에 대한 서울시·區 기초자치단체가 미세먼지 발생을 저감·억제하기 위하여 積極的인 豫防措置를 취하는 데에 있어서는 현행 대기환경보전법상의 제약을 받기 때문에 근원적인 대책을 수립하기에는 限界가 있다.

한편 환경관련 법률에서는 각종 업무를 지방자치단체의 사무로 규정하고 있고 또한 그 밖에 국가사무를 법률에 의해서 지방자치단체에 폭넓게 위임하고 있으나(<표 5-5>참조), 실제로 이를 집행할 때 구체적인 시행지침이 마련되어 있지 않아 실효성이 결여된 경우가 많다. 뿐만 아니라 전국적인 획일성을 가진 환경기준, 규제기준 및 오염방지대책이 환경오염의 다양한 성격과 지역적 특성을 모두 배려하고 있지 못하고 있기 때문에 地域次元에서의 制度的 補完策이 필요하다. 이에 지방자치단체가 환경보전에 관한 법률에서 규정한 사무와 국가위임사무를 효과적으로 수행하고, 나아가 당해지역의 환경오염방지에 독자적이고도 적극적인 대처를 하기 위해서는 條例制定의 제도적 뒷받침이 要求됨을 알 수 있다.

<표 5-5> 지방자치단체의 대기보전기능에 관한 규정(예시)

관련법	주요내용	관련조항
환경정책기본법	<ul style="list-style-type: none"> · 지역환경보전계획의 수립·시행 · 지역환경기준의 설정·유지 · 특별대책지역에 대한 종합대책의 시행 · 법제상·금융상·세제상 지원조치 	<ul style="list-style-type: none"> · 제 4조 2항 · 제10조, 11조 · 제22조 1항 · 제32조, 34조
대기환경보전법	<ul style="list-style-type: none"> · 지역대기오염실태의 상시측정 및 측정망 설치 · 대기오염경보제에 의한 지역내 자동차의 통행제한 및 사업장의 조업단축 · 지역배출허용기준의 설정·유지 · 대기환경규제지역 지정에 의한 지역환경 달성 실천계획 · 운행차 배출가스 배출허용기준의 수시점검 · 운행차 배출가스 점검에 의한 개선명령 · 운행차 개선명령에 따른 검사대행자의 지정 	<ul style="list-style-type: none"> · 제 3조 2항 · 제 7조의 2 · 제 8조 3항 · 제 8조의 3 · 제37조 · 제38조 · 제40조

(1) 환경보전에 관한 조례의 범위

조례는 지방자치단체가 法令의 範圍 안에서 그 사무에 관하여 지방의회가 의결하고 지방자치단체장이 공포함으로써 성립하는 자치에 관한 규정이며, 조례제정권을 헌법상으로 보장하고 있다(이 주희, 1996). 이에 조례는 국가의 법령에 저촉되지 않는 한 자유로이 제정할 수 있음은 물론이다.²²⁾ 이에 환경보전에 관한 조례는 크게 두가지 유형으로 구분할 수 있다.

먼저 법률에서 구체적으로 委任을 받은 사항에 대한 조례제정과 委任을 받지 않은 경우의 조례제정으로 區分할 수 있다. 「환경정책기본법」 제10조의 “지역환경기준의 설정”항목에 근거한 「서울시 지역대기환경기준조례」와 같이 환경관련 법률에서 조례에 시행지침을 위임하고 있는 경우에는 당연히 條例制定을 통해서만이 구체적인 시행이 가능하다. 그러나 법률이 위임하지 않은 사항일지라도 지역의 환경보전에 필수적인 사항 또는 法令의 規定을 補完해야 할 사항에 대해서는 법령을 위반하지 않는 범위에서 조례를 제정할 필요가 있으며 또한 가능하다.

조례가 법령에 위반되는지의 여부와 관련하여 조례의 범위 또는 규제의 강도를 어느 정도까지 허용되는지의 문제가 중요하다. 법령이 조례에 위임하고 있는 사항이나 법령에서 未備·누락된 사항을 條例에 規定할 경우에는 별다른 문제가 없으나 法令에서 이미 規定하고 있는 사항을 조례에 다시 규정하게 되면 조례의 範圍가 문제가 된다. 특히 환경보전에 관한 조례는 그 목적에 비추어 볼 때 환경오염방지를 위해 주민 또는 사업자에 대한 의무나 행위제한 등 규제사항이 주종을 이루고 있어 條例의 範圍에 대한 論難을 야기시킬 소지가 있다.

조례에서 규정하는 각각의 사항이 법령의 위반여부를 일률적으로 판단하기는 용이하지 않다. 그러나 환경보전에 관한 조례의 취지를 감안하게 되면 법령에 적극적으로 위반하지 않는 한 허용된다고 보아야 할 것이다. 특히 조례의 주요내용이 되는 오염방지를 위한 규제와 관련하여 다음의 세가지 사항, 즉 ①법령의 기준을 초과하는 환경기준 및 규제기준의 설정, ②법령이 규정하고 있는 규제대상시설이외의 시설에 대한 규제, 그리고 ③법령이 규정하고 있는 유해물질이외의 물질에 대한 규제는 조례의 가능한 범위로 볼 수 있음이 일반적이다. 그러나 두 번째의 경우 법령이 규정하고 있는 규제대상시설 범위의 확대 적용에는 異論이 제기되고

22) 「지방자치법」 제15조(條例)에 의하면, “지방자치단체는 법령의 범위 안에서 그 사무에 관하여 조례를 제정할 수 있다. 다만, 주민의 권리제한 또는 의무부과에 관한 사항이나 벌칙을 정할 때에는 법률의 위임이 있어야 한다”라고 규정하고 있다.

있다. 生活周邊 미세먼지 저감·관리와 連繫하게 되면, 소규모 공사장의 비산먼지 발생사업에 의 擴大適用이 이에 해당될 수 있다.

(2) 생활주변 미세먼지 발생저감 및 관리조례의 제정 필요성

쾌적한 생활공간의 조성과 관련하여 지역 환경질 향상을 위한 정책은 서울시의 기본적 책무라고 할 수 있다. 즉 “지방자치단체는 주민의 복리에 관한 사무를 처리하고 자치에 관한 규정을 제정할 수 있다”(헌법 제117조 1항)라는 규정이 이를 대변한다. 다만, 생활주변 발생 미세먼지 저감·관리의 경우, 조례제정의 선행조건이 되는 母法(대기환경보전법) 규정이 없는 관계로 인하여 제기될 수 있는 문제점으로는, ①중앙정부의 부정적 인식, ②소규모 먼지발생 주체의 거부감, ③조레이행의 현실적 實效性 確保, ④지역주민의 호응도, 그리고 ⑤法 執行의 공정성 확보 등을 들 수 있다.

그러나 생활주변 미세먼지 발생원을 관리하기 위한 서울시 조례제정은 지역적으로 당면한 환경질 수요에 자치적으로 부응하고, 한층 승화된 삶의 질 고양에 있다. 이에 條例制定의 필요성은 다음과 같다.

첫째, 생활주변 미세먼지의 발생원·발생경로·영향정도는 여타 대기오염물질의 경우와 다른 小規模·局地的 特性을 내포하고 있다.

둘째, 쾌적한 생활환경의 조성이 지역주민의 삶의 질 향상을 위한 행정서비스 공급의 주된 대상이 되고 있다.

셋째, 현행 대기환경보전법상의 미세먼지 저감규정은 지역주민의 생활공간상에서 이루어지는 미세먼지 발생원에 效果的으로 對處할 수 없다.

넷째, 서울시의 立體的 환경관리의 部門요소로서 미세먼지 綜合管理의 積정화 도모가 필요하다.

(3) 생활주변 미세먼지 저감·관리조례의 범위

상기에서 언급한 바와 같이 條例에서 規定해야 할 사항은 법령에서 個別的으로 委任하고 있는 사항 및 기타 지역환경보전을 위해 보완해야 할 사항들이다. 그 중에서도 생활주변 미세먼지 저감 및 관리와 관련하여 향후 서울시 條例制定에서 반드시 檢討해야 할 주요사항으로는 다음의 몇가지를 열거할 수 있다.

- 생활주변 오염원별 규제기준/대상의 설정
- 미세먼지오염수준의 상시측정
- 오염원별 규제이행의 유도 및 지원
- 지역주민·구 자치단체의 발생억제 감시
- 미세먼지 발생저감 및 관리지침서 작성 등

(4) 생활주변 미세먼지 저감·관리조례의 제정방향

1) 대기환경보전법 및 동법 시행규칙의 수정

조례는 '法令의 範圍안에서' 제정될 수 있다는 규정을 '법령에 모순·저촉·위반되지 않는 범위안에서' 제정될 수 있다는 의미와 連繫할 경우, 법령에서 정한 한도 이상 또는 이하의 규제를 도모하고자 하는 조례는 실효성이 없게 된다. 이에 의하면 현행 대기환경보전법 시행령에서 규정한 미세먼지 발생원의 한도를 축소하여 생활주변 소규모 공사장 등에 이를 適用하는 條例制定은 그 의미를 喪失하게 된다.

따라서 대기환경보전법상의 환경보전 목적을 심분활용하며, 또한 쾌적한 생활공간을 조성하기 위한 방편으로 同法 施行令에서 規定하고 있는 대규모 공사장의 소규모 공사장에 대한 적용기준을 자치단체에 委任하는 규정을 新設하게 되면 생활주변 미세먼지 저감·관리조례의 제정은 무리가 없게 된다. 따라서 관련 규정은 다음과 같이 개정되어야 한다.

-대기환경보전법 제28조(飛散먼지의 規制)의 개정:

현행	개정
① 일정한 배출구없이 대기중에 직접 배출되는 먼지를 발생시키는……대통령령이 정하는 사업을 하고자 하는 자는 환경부령이 정하는 바에 의하여 환경부장관에게 신고하고……필요한 조치를 취하여야 한다.	① 일정한 배출구없이 대기중에 직접 배출되는 먼지를 발생시키는……대통령령이 정하는 사업을 하고자 하는 자는 환경부령이 정하는 바에 의하여 환경부장관에게 신고하고……필요한 조치를 취하여야 한다. 다만, 대통령령이 정하는 대상사업의 적용규모이하인 경우에는 당해 지방자치단체의 조례로 별도의 관리기준을 설정할 수 있다.
② 환경부장관은 제1항의 규정에 의하여……개선을 명할 수 있다.	② 환경부장관 또는 시·도지사는 제1항의 규정에 의하여……개선을 명할 수 있다.
③ 환경부장관은 제2항의 규정에 의한……사용중지 또는 사용제한을 명할 수 있다.	③ 환경부장관 또는 시·도지사는 제2항의 규정에 의한……사용중지 또는 사용제한을 명할 수 있다.

-대기환경보전법 시행령 제21조(비산먼지발생사업)의 개정: 현행체제 유지

현행	개정
법 제21조 제1항에서 “대통령이 정하는 사업”이라 함은 총리령이 정하는 사업을 말한다. 1. 시멘트·석회·프라스터…… 및 가공업 2. (중략) …………… 5. 건설업 ……………	(좌 동)

-대기환경보전법 시행규칙 제48조(비산먼지발생사업)의 개정:

현행	개정
영 제21조에서 “총리령이 정하는 사업”이라 함은 별표 13의 사업을 말한다.	영 제21조에서 “총리령이 정하는 사업”이라 함은 별표 13의 사업을 말한다. 다만, 비산먼지발생 대상사업중 적용규모이하의 건설업 및 기타 사업은 쾌적한 생활환경보전의 목적상 필요하다고 인정되는 경우에는 이에 포함시킬 수 있다.

(2) 독자적 조례제정

法令은 법체계상 조례보다 우선하는 것이지만, 모법이 없다고 하더라도 법령에 위반되지 않는 조례는 제정할 수 있다는 것이 判例이다(이 주희, 1996). 그러나 이러한 형태의 조례로는 주민의 권리를 제한하거나 의무를 부과하거나 범칙을 가할 수 없으며, 다만 조례 위반행위자에게는 1천만원 이하의 과태료를 부과할 수 있을 뿐이다(지방자치법 제20조: 조례위반에 관한 과태료 규정). 한편 지방자치가 본격적으로 진전됨과 동시에 지역차원의 환경보전을 위한 취지에서 비록 모법이 없다고 하여도, 새로운 조례제정의 수요는 점차 증대될 것으로 예상되고 있음에 유의할 필요가 있다.

그러나 생활주변 미세먼지 발생원, 특히 소규모 공사장의 경우 현행 대기환경보전법의 적용규모 이하인 점에 비추어 서울시의 독자적 條例制定 가능성은 그 만큼 희박하게 된다. 현행

환경영향평가법상의 평가대상사업 이하규모·환경개선비용부담금법상의 부담규모 이하·수도권정비계획법상의 과밀억제권역 설정에 따른 과밀부담금 적용규모 이하 등에 대해서는 자치단체의 조례제정으로 규제하는 것이 현실적으로 어려운 것임을 유추하게 되면, 생활주변 미세먼지 저감을 도모하기 위한 조례제정은 사실상 어려운 실정임을 인식할 필요가 있다. 미국의 경우, 생활주변 미세먼지 발생의 저감·관리를 도모하기 위하여 지방조례(Local Ordinance)를 제정·시행하고 있으나, 이와 관련된 상위 연방법률의 위임이 있는 것도 같은 맥락에서 살펴볼 수 있다.

이에 이하에서는 현행 대기환경보전법의 취지를 유지하되, 생활주변 미세먼지 발생에 의한 지역주민의 인체 건강피해를 예방하고 環境危害性의 저감을 도모하기 위하여, 기존의 법령체계를 수정하는 차원에서 향후 조례제정에 포함되어야 할 내용을 包括적으로 提示하면 다음과 같다.

(5) 생활주변 미세먼지 저감·관리조례의 주요내용

생활주변 미세먼지 발생원에서의 발생량을 저감하기 위한 지방자치단체 중심의 규제 및 유도를 위한 조례제정의 경우, ①조례제정의 목적, ②적용대상, ③적용기준, ④적용 및 실행, ⑤위반 및 벌칙사항, 그리고 ⑥기타 관련사항 등이 다음과 같이 포괄적으로 논의될 필요가 있다.

목 적

본 조례는 쾌적한 생활공간의 조성과 지역주민의 건강보호를 위하여 생활주변 오염원에 의한 미세먼지 발생의 저감 및 관리를 도모함에 있다.

적용대상

1. 소규모 공사장: 환경보전법 시행규칙상의 적용규모이하의 공사장 및 이와 관련된 건설·공사행위를 주된 적용대상으로 함.
2. 나대지·학교운동장·강변둔치: 미세먼지 발생 및 영향특성상 소규모 공사장과 같은 적용규모 설정이 곤란하나, 생활공간의 연장으로 인식함에 따른 미세먼지 저감·관리의 유도적 차원에서 다름.

적용기준

1. 먼지저감방안의 작성 및 제출주체: 생활주변 미세먼지 저감의 주된 대상은 소규모 공사장이 해당되며, 이에따라 소규모 공시주는 먼지저감방안을 관할 기초자치단체에 작성·제출하도록 한다. 단, 소규모 공사장의 먼지저감 계획서는 작업공정별 저감방안을 <별지서식>과 같이 제출하도록 한다.
2. 먼지저감 및 관리안 검토주체: 소규모 공사장의 관할 기초자치단체의 관련부서(예: 환경과, 주택과, 건축과 등)가 당해 먼지저감계획서의 검토주체가 된다.

적용 및 실행

1. 적용과정: 소규모 공사장의 경우 먼지저감계획서의 작성·제출·검토과정을 통하여, 제시된 미세먼지 저감방안의 구체적 실효성을 검토한 후 승인함으로써 당해 조례의 적용이 시작된다. 또한 이와 병행하여 공사단계별로 저감계획 내용이 적절히 수행되고 있는지를 관리하여야 한다.
2. 위반사항: 승인된 먼지저감계획서상의 이행·준수사항 위반이 이에 해당된다.
3. 환류과정: 먼지저감계획서의 검토주체인 관할 자치단체는 계획서상의 내용이행 여부를 확인하는 환류과정을 거쳐야 한다.
4. 예외조항: 소규모공사장의 경우 승인된 먼지저감계획서상의 내용에 준하는 사항을 실천하고 있을 경우 이의 예외로 한다.

위반·벌칙사항

1. 위반사항: 먼지저감계획서상의 저감방안이 적시에 실행되지 않거나 또는 이를 이행하지 아니할 경우 위반 사항에 해당되며 과태료를 부과하도록 한다. 단, 공사전행과 관련하여 자재의 방치 또는 공사 마무리가 원상회복되지 않은 경우에도 미세먼지 저감이 이루어지지 않은 것으로 한다. 이에는 크게 두가지 유형으로 구분할 수 있다. 첫째, 소규모 공사가 시행되기전 먼지저감계획서의 작성·제출과 함께 공사금액의 일정비율을 예치하도록 하여 공사단계별 저감노력이 성실히 수행될 경우 공사종료와 함께 예치금을 반환하도록 하는 방법이다(미국의 경우가 그러함). 둘째는 예치금과 관계없이 먼지저감계획서가 공사단계별로 적기에 실행되는지를 관리감독한 후, 이에 따른 과태료를 부과하는 방법이다. 상기의 두가지 방법은 선납·후납의 차이가 주된 것이다. 예치금·과태료의 금액환산은 일반적으로 소규모 공사 작업기간이 평균 3.5개월인 점에 비추어 공사금액의 일정액(예: 총공사금액의 $5/1,000 = 0.5\%$)을 예치금으로 충당할 수 있으며, 또한 일정액을 평균작업기간으로 나눈 후(일별로 환산), 일별 과태료를 부과할 수 있다.
2. 벌칙사항: 상기의 위반사항을 시정하지 아니할 경우 예치금 반환하지 아니하거나 과태료를 부과하도록 한다.

기타사항

1. 유보사항: 소규모 공사장은 기존 비산먼지 저감관련 법규의 적용대상에서 제외되는 소규모이나, 소규모 공사장에 실제적 규모를 세분류한 후 소규모 공사장의 단계별 적용대상을 선별 추진하여야 할 것이다.
2. 기타: 소규모 공사장을 제외한 기타 생활주변 미세먼지 발생원의 경우, 당해 발생원의 불특정 다수에 의한 이용·편익 공유를 감안하여 규제보다는 유도·지원 차원에서 다룰 필요가 있다.

<별지서식> 소규모 공사장 먼지저감 계획서 제출양식

신청인	성명		주민등록번호	
	주소			
사업개요				
공사장 위치				
공사시행방법				
공사기간		착공 19		
		준공 19 (일간)		
공사전	먼지저감 계획			
공사과정	먼지저감 계획			
공사후	먼지저감 계획			

○○법 제○조 제○항 및 동법시행령 제○조 제○항의 규정에 의하여 서류를 첨부하여 위와 같이 제출합니다.

19 년 월 일
 제출자 ①
 서울특별시장 귀하

2. 주민참여

생활주변 공간에서 발생하는 미세먼지의 영향을 최소화하기 위해서는 기본적으로 지역주민의 참여를 통한 發生低減이 前提되어야 한다. 즉 쾌적한 생활공간을 조성하고, 미세먼지에 의한 인체영향을 최소화하기 위해서는 일차적으로 地域住民의 役割이 제고될 필요성이 있다. 생활주변 미세먼지 발생의 저감 및 관리문제는 지역주민이 쾌적한 생활공간 조성을 위한 각자의 역할을 분명히 인식하고 積極的 參與가 이루어져야만 효과적으로 해결될 수 있기 때문이다.

주민참여의 방법으로 고려될 수 있는 사안으로는, 지역주민을 대상으로 한 미세먼지 인체영향 홍보 및 환경교육, 시민명예환경감시제도의 정착, 생활주변지역의 개발·이용시 자발적

미세먼지 저감대책의 마련·실천 도모, 그리고 住民參與를 間接的으로 유도하기 위한 지역환경보전기금의 조성·활용 등을 들 수 있다. 한편으로 지역주민이 참여하는 근린주거 중심의 地域綠化事業의 확대추진을 도모할 필요가 있다. 예를 들면, 현재 서울시에서 추진중인 우수 녹화마을의 선정사업이 이에 해당된다.

3. 환경보전기금의 활용

환경오염 유발행위에 의한 비용부담의 일반적 원리(경제적 유인책)는 汚染發生者가 負擔하는 것이 상례이다. 즉 환경오염행위에 대하여 경제적 비용을 부담하게 함으로써 오염자 스스로 오염행위를 통제·억제하도록 유인하는 것이다. 그러나 필요한 경우, 보조금 지급과 같은 오염방지 및 저감을 위한 지원방안이 요구될 때도 있다. 특히, 공공보건의 유지 및 향상을 위한 경우가 이에 해당된다. 본 연구에서 다루고 있는 학교운동장·어린이놀이터·한강둔치 사례가 이에 해당될 수 있다.

서울시에서는 현재까지 뚜렷한 오염방지를 위한 基金造成이 이루어지지 않고 있으나, 이에 관한 論議가 한창 진행되고 있는 실정이다. 이에 생활주변 발생 미세먼지의 저감 및 관리를 실현하기 위한 구체적인 실행수단으로서 가장 중요한 부분이 재원확보이다. 첫째는 환경예산을 최대한 많이 배정하는 작업이 필요하며, 둘째는 서울시·구 자치단체 단위의 재정확충을 위한 노력을 경주하여야 한다. 이와 같은 환경보전기금의 활용은 미세먼지 저감을 통한 인체 건강 피해·환경위해성의 제어차원에서 살펴보게 되면, 일반예산 집행보다는 기금조성·운용에 필요성이 보다 효율적이라고 할 수 있기 때문이다.

4. 기타 저감유인 방안

(1) 도시형 텃밭이용

도시지역내 일정용도에 이용되지 못하고, 나대지 형태로 존재하고 있는 소규모 공간의 경우에는 자연친화적 용도에의 이용 및 간접적 미세먼지 저감을 위한 기능을 우선적으로 고려할 수 있다. 현재 논의되고 있는 도시형 텃밭이용 행태가 이에 해당된다. 이러한 나대지 이용은 도시지역내 最小單位의 生態機能(Bio-toppe)을 수행할 수 있는 이점을 발견할 수 있다.

그러나 도시지역의 나대지는 주차장과 같은 기능을 담당하고 있는 것이 지배적이며 도시 생태계 보전차원에서는 거의 고려되지 못하고 있는 실정이므로, 나대지 활용방안의 재검토 필요성이 제기되는 쟁점사항이 되고 있다. 이에 도시지역내 최소단위의 생태기능을 수행할 수 있도록 하기 위해서는 텃밭이용을 장려할 수 있는 나대지 소유·이용에 관한 유인제도를 고려할 수 있다. 다만 도시형 텃밭이용은 미세먼지 발생을 원천적으로 저감하는 차원에서 도시 생태계 保全과 連繫되는 것이 전제되어야 한다.

(2) 식재 및 환경녹화사업

도시지역내 소규모 공간을 도시형 텃밭 또는 이에 준하는 식재와 환경녹화사업 등을 통해 되면 또다른 자연친화적 기능을 수행할 수 있을 뿐만 아니라 간접적 생활주변 미세먼지 저감방안이 될 수 있다. 현재 서울시는 공원녹지관리사업소를 통하여 녹지조성의 일환으로 녹지대나 공원에 필요한 수목·잔디·꽃을 생산·공급하는 양묘장(현재 7개소; 522,675m²)을 운영하고 있으므로, 생활주변 나대지를 대상으로 지역주민이 植栽 및 環境綠化를 하고자 할 경우, 이를 적극적으로 勸奨하는 체제구축이 필요할 것이다.

(3) 도시생태계와의 관련성

일반적으로 도시지역의 경우 자연적 생태계가 온전히 보전되지 못하는 것이 보편적이며, 이에 따라 인위적 요소가 많이 첨가된 도시 생태계 복원이 주로 고려되고 있음을 볼 수 있다. 비록 도시생태계 보전측면에서는 미흡한 수준이라고 할 수 있으나, 일정범위내에서 도시지역 내 생태계 회복의 일환으로 미세먼지 저감과 관련된 대안이 필요하게 된다. 예를 들면, 서울시 공원녹지 확충계획을 원용한 綠地擴充·나대지 植栽 方法이 이에 해당될 수 있다.

5. 먼지저감대책의 종합계획

쾌적한 생활환경의 조성은 一次的으로 環境質의 改善·維持水準에 의존하게 된다. 이의 일환으로 도시공간상에서 발생하는 먼지오염은 여타 대기오염물질과 마찬가지로 인체영향과 지역환경질에 미치는 부정적 영향이 심대하며, 또한 局地的·廣域的 발생양상을 보이는 특성을 나타내고 있다. 서울시 지역을 대상으로 지역주민의 삶의 질을 고양할 수 있는 방편으로 먼지저감 종합계획의 작성·시행이 요청되는 것도 이와 같은 맥락에서 풀이할 수 있다.

이에 서울시 먼지저감 종합계획의 내용으로는 다음과 같은 사항들이 포괄적으로 다루어질 필요가 있다(<그림 5-5>참조).

(1) 도시지역 먼지발생의 현황파악과 자료체계의 구축

먼지오염에 의한 인체 건강피해 및 환경위해성 저감에 관한 논의는 기본적으로 “原因(오염현상)-結果(사전·사후 예방)”의 인과관계간 명확한 규명을 전제로 한다. 이에 서울시 미세먼지 발생원의 공간적 분포, 먼지 확산과정(서울시 인근지역 유입 및 外部越境 먼지 포함), 실제 오염도의 일별·계절별 變異性, 미세먼지의 구성성분, 그리고 인체위해성에 관한 역학조사 등이 망라된 자료체계의 구축이 선행되어야 하는 당위성을 엿볼 수 있다. 특히 서울시의 경우 1997년 대기환경규제지역으로 지정됨에 따라 주요 오염원별 자료체계(inventories) 구축에 의한 大氣質保全實踐計劃의 수립·시행이 법적으로 예정되어 있음에 비추어, 자료체계구축의 필요성은 더욱 절실한 상황이다. 이외에도 자료체계 구축에 따른 부수적 효과로서는 미세먼지 저감대책별 평가자료 및 생활주변 미세먼지 청정지수 개발 등에도 활용되어질 수 있을 것이다.

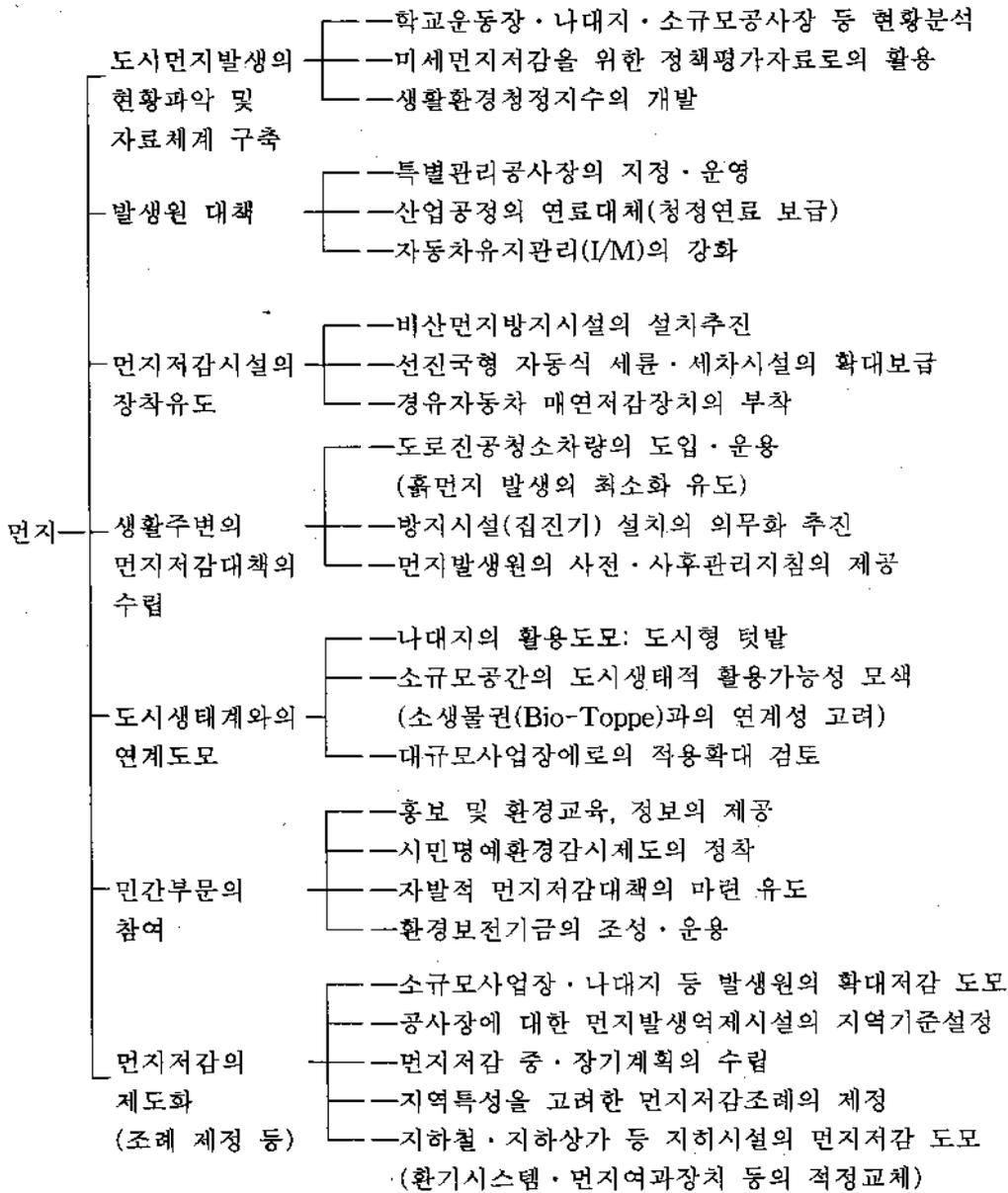
(2) 먼지발생원 대책

미세먼지의 발생원은 자동차 배출가스, 연료 연소과정, 산업 및 건설현장, 그리고 생활주변 나대지·소규모 공사장 등 매우 多樣한 것이 特徵的이다. 이에 미세먼지를 근원적으로 저감하기 위해서는 기본적으로 일련의 정책집행 優先順位의 파악이 필요하다. 서울시 미세먼지 발생현황 및 발생원 분포에 의하면, 우선적으로 고려할 수 있는 발생원 대책으로는 특별관리 공사장의 지정·운영, 산업공정의 연료대체(청정연료 보급), 그리고 자동차 유지관리의 강화 등을 들 수 있다. 그러나 한편으로 유의하여야 할 사항으로는 발생원별 세부 저감방안(예: 공사장의 경우 미세먼지 발생단계별 저감대책의 적용)의 마련 뿐만 아니라 生活周邊 發生源에 대한 認識轉換이 필요하다는 점이다.

(3) 먼지저감의 법적·제도적 실효성 확보

서울시 지역의 미세먼지 발생원에 대한 저감 및 관리대책 적용의 경우, 당해 저감대책이 실제적으로 實效性을 갖도록 하기 위한 法的·制度的 여건조성이 필요하다. 이에 서울시 및 기초자치단체의 미세먼지 관리기능을 보조하기 위하여 고려할 수 있는 사항으로는 서울시 생활주변 미세먼지저감 조례제정(소규모 사업장·나대지 등의 발생원 관리 도모), 먼지저감 중

· 장기계획수립, 지하철·지하상가 등의 지하공간 먼지저감을 위한 행정지침 등이 이에 해당된다.



<그림 5-5> 서울시 먼지저감 및 관리를 위한 종합적 접근방향

第 6 章 結 論

제 1 절 요약

본 연구는 나대지·소규모 공사장·학교운동장·한강 둔치 등 생활공간과 직결된 지역을 중심으로 서울시 大氣汚染水準을 한층 加重시키고 또한 人體 危害性의 영향정도가 높은 미세먼지를 저감하기 위한 관리대책 마련의 일환으로 추진되었다. 현재 대기환경보전법 제28조의 규정(사업장발생 먼지)에서 제외되고 있는 생활주변 먼지발생원인 소규모 공사장 및 나대지 등에 대하여는 實質的인 管理가 이루어지지 않고 있기 때문이다. 이의 근본원인은, 첫째, 생활주변 소규모 발생원에 관한 인식부족과 이로 인한 자료체계의 미비, 둘째, 서울시 대기오염 기여도의 상대적 미약, 셋째, 局地的·短期的 영향에 의한 관심도 부족, 그리고 현행 관련법률 체계의 限界條項으로 인한 행정단위중심의 적극적 관리대책 미비 등을 들 수 있다.

이에 본 연구는 생활주변 먼지발생의 실제적 저감화를 도모하여 환경위해성의 제어와 함께 쾌적하고 청정한 삶의 공간 조성에 기여함에 그 基本目的을 두었다. 즉, 생활주변 먼지발생의 저감화를 도모하여 “깨끗하고 청정한 삶의 공간 조성”에 주안점을 두고, 한편으론 선진 외국의 제반 저감사례 수집·분석 및 서울시에의 適用을 도모하고자 하며, 이의 관심사항을 요약하면 다음과 같다.

1. 생활주변 미세먼지 발생원 資料體系 구축 및 관리의 효율성 도모

생활주변 미세먼지 오염저감을 위한 방안제시의 일환으로서, 학교운동장·소규모 공사장·나대지(어린이 놀이터, 한강 둔치 포함) 등 비규제 먼지발생원에 대한 실태파악(자료체계의 구축)과, 이에 근거한 綜合的 規制 및 效率的 管理를 도모함에 있다.

(1) 생활주변의 나대지

현재 나대지의 활용패턴은 학교운동장과 공터, 그리고 텃밭 등이 대부분을 차지하고 있다. 학교운동장의 경우 운동장을 구성하는 입자상 물질의 크기상태에 따라 먼지발생이 육안으로 식별이 가능할 만큼 뚜렷한 차이를 나타내고 있다. 특히 입자가 미세한 흙으로 구성되어 있는 초등학교 운동장의 경우, 풍속이 낮은 경우에도 시야를 흐릴 정도로 먼지가 다량발생하는 곳도 있다. 특정 학교운동장의 경우 미세먼지의 농도수준은 우려할만한 수준을 보이고 있으며, 일 평균 환경기준치($150\mu\text{g}/\text{m}^3$)와의 直接的 連繫는 困難하나, 8시간 기준으로 판단하게 되면 단기 환경기준을 超過할 가능성이 높은 것으로 판단되고 있다. 특히 주거지역내 빈 공터로 남겨진 나대지의 경우, 미세먼지의 일반적인 오염수준은 서울시 전체 평균수치보다 상회하고 있는 실정이며, 반면에 소규모 공원의 경우는 그러하지 않다. 그러나 나대지의 미세먼지 발생양상은 여타 생활주변 미세먼지 발생원에 비하여 특정위치별·일상의 활동행태 등의 여건과 관계없는 뚜렷한 차이점이다. 이에 미세먼지 저감을 도모하기 위해서는 나대지 대상자체가 포함되어야 함에 유의할 필요가 있다.

(2) 학교운동장

학교운동장의 경우 미세먼지 발생이 주로 이루어지는 지점으로는 철봉대·운동장 중앙·높이터 미끄럼틀·축구골대 뒷편 등을 들 수 있다. 사례조사 결과에 의하면, 학교별·측정위치별 오염수준의 相對的 偏差는 비록 조사대상 위치의 성격이 동일하다고 하여도 학교별 운동장 관리여하에 따라 매우 相異한 數値를 보이고 있다. 이에 학교운동장을 대상으로 한 미세먼지 저감대책은 이러한 사항을 바탕으로 제반 저감대책이 수반되어야 할 것이다. 그러나 현재 학교운동장의 특성을 고려할 때, 체육활동에 따른 안전기준 및 미세먼지에 의한 영향을 제어할 수 있는 환경기준이 관련 법규에 포함되어 있지 못할 뿐만 아니라 이에 관한 관심이 매우 미약한 실정에 유의하여야 할 것이다.

(3) 소규모 공사장

소규모 공사장의 경우 공사단계별 미세먼지 발생양상이 기본적으로 상이하며, 이에 따른 工程別 低減對策이 필요함은 사례조사에서 나타난 바와 같다. 이에 공사진척별 미세먼지 발생 특성을 유형별로 구분하여, 이를 바탕으로 구체적이며 실제적인 미세먼지 저감대책이 수반되어야 할 것이다. 첫째, 건물해체단계의 경우, 소규모 건물의 해체는 일반적으로 포크레인으로

이루어지고 있으며, 해체시에 건축자재의 파편(석면, 암면, 흙먼지, 돌가루 등)으로 인한 비산 먼지의 발생량이 많게 된다. 둘째, 굴착공사단계에서는 굴착공사는 포크레인 사용이 일반적이고, 굴착공사시에 공사장주변에 흙먼지의 발생이 또한 많게 된다. 셋째, 구조물 기초단계의 경우 건축자재(모래, 시멘트 등)의 移送時와 野積・作業時에 비산먼지의 발생량이 많다. 넷째, 구체공사 및 마감공사단계에서는 建物着工時 건축자재의 사용 및 작업에 의한 비산먼지가 발생하게 됨이 일반적이다.

(4) 한강 둔치

한강 둔치는 季節에 따라 지면의 성격이 달라지며, 이에 따라 계절별 미세먼지 發生特性의 變異性이 높게 나타난다. 즉 잔디와 풀과 같은 식물들이 성장하여 지면을 덮고 있는 여름・가을에는 비산먼지의 발생이 적게 나타나지만, 겨울・봄에는 地而이 露出되게 됨에 따라 비산먼지의 발생량이 급격히 증가하게 됨을 의미한다. 따라서 한강 둔치의 경우, 미세먼지 오염 수준을 저감하기 위해서는 固定 露出源(예: 운동장) 이외의 장소는 계절적인 영향을 최소화할 수 있는 제반 저감대책이 우선적으로 고려되어야 하며, 반면에 고정노출원인 경우 학교운동장과 같은 맥락에서 접근할 수 있을 것이다.

2. 생활주변 미세먼지 발생원별 저감대책의 수립・시행

현행 대기환경보전법 제28조의 「비산먼지발생사업」 외 학교운동장, 나대지, 그리고 소규모 공사장 등의 먼지발생원 특성에 적합한 먼지저감 대책의 수립 및 시행에 중점을 두었다.

3. 생활주변 미세먼지 저감조례의 제정・활용

쾌적한 생활공간조성을 위한 지역차원의 「생활주변먼지 低減條例」(가칭) 제정의 기본자료로 활용하고자 하였다.

4. 서울시 미세먼지 저감계획의 부문적정화 모색

향후 서울시 먼지오염 저감을 위한 綜合的 接近方法의 부문요소로서 적정화 기능을 부여

하기 위하여 미세먼지 발생저감 관련부문과의 連繫性 確保에 두었다.

제 2 절 정책제언

서울시는 최근 들어 인체건강 위해성의 주요 관심대상인 미세먼지를 저감하기 위하여 도로변, 공사장, 사업장, 그리고 생활주변 등 多角的인 發生源別 低減對策을 계획하고 있음을 볼 수 있다. 특히, 1995년부터 처음 측정을 실시한 미세먼지 대기항목은 신설동, 쌍문동, 면목동, 광화문, 반포, 마포, 구로동, 화곡동에서 環境基準을 超過하고 있어 종합적인 먼지오염 저감대책의 수립이 시급히 요청되고 있다. 이러한 여건을 감안한 서울시 먼지저감 종합대책의 수립은 세계보건기구(WHO)에서 권고한 環境基準值를 바탕으로 서울시 먼지저감 목표의 설정·추진을 도모하고 있다.

그러나 쾌적하고 청정한 지역대기환경의 보전·유지측면에서 생활주변 미세먼지 발생원인 나대지·학교운동장·어린이 놀이터·한강 둔치 등에 관한 실제적 먼지저감대책의 추진이 미약한 실정이다. 이에 서울시민이 시시각각 호흡하는 공기는 청정한 수준이 유지되어야만 한다는 명제하에 생활주변 미세먼지 발생원에 대한 다각적인 대책이 필요한 시기임은 물론이다. 그러나 근원적으로 해결하여야 할 사항은 이러한 發生源別 대책이 實效性을 거둘 수 있는 제도적 장치의 확보라고 할 수 있다.

쾌적한 생활공간 조성을 위한 미세먼지 저감 및 관리체계의 재정비 필요성은 서울시 미세먼지 관리현황, 생활주변 미세먼지 발생원의 측정·분석, 그리고 국내·외 관리사례 등에서 충분히 입증되고 있다. 이에 생활주변 미세먼지 발생원에 대한 저감 및 관리(규제·유도)방안이 실제적으로 실효성을 갖도록 하기 위한 效率性 增進方向이 필요하다. 이를 위하여 서울시 및 기초자치단체의 미세먼지 管理機能을 강화하는 방안으로서 ①서울시 생활주변 미세먼지저감 조례제정, ②쾌적한 생활공간조성의 직접적 당사자로서 지역주민참여, ③미세먼지 저감을 보조하기 위한 환경보전기금의 조성·활용, ④기타 간접적 미세먼지 저감유인 방안, 그리고 ⑤향후 서울시의 총체적 먼지저감 종합계획 방향제시 등의 5가지 측면을 고려할 수 있다. 이에 이를 요약하면 다음과 같다.

1. 법적·제도적 기반조성

미세먼지 발생에 직접적으로 가장 민감하며, 또한 영향을 많이 받는 지역으로는 오염원을 많이 포함하고 있는 생활공간이라고 할 수 있다. 그러나 나대지·학교운동장·소규모 공사장 등과 같은 생활주변 오염원에 대한 서울시·당해 기초자치단체가 미세먼지 발생을 저감·억제하기 위하여 적극적인 예방조치를 취하는 데에 있어서는 현행 대기환경보전법상의 제약을 받기 때문에 根源的인 對策을 수립하기에는 限界가 있다.

한편 환경관련법률에서는 각종 업무를 지방자치단체의 사무로 규정하고 있고 또한 그밖에 국가사무를 법률에 의해서 지방자치단체에 폭넓게 위임하고 있으나, 실제로 이를 집행할 때 구체적인 시행지침이 마련되어 있지 않아 實效性이 缺如된 경우가 많다. 뿐만 아니라 전국적인 획일성을 가진 환경기준, 규제기준 및 오염방지대책이 오염의 다양한 성격과 지역적 특성을 모두 배려하고 있지 못하고 있기 때문에 지역차원에서의 제도적 보완책이 필요하다. 이에 지방자치단체가 환경보전에 관한 법률에서 규정한 사무와 국가위임사무를 효과적으로 수행하고 나아가 당해지역의 환경오염방지에 독자적이고도 적극적인 대처를 하기 위해서는 條例制定의 제도적 뒷받침이 요구된다.

2. 지역주민 참여의 활성화

쾌적한 생활공간을 조성하고, 미세먼지에 의한 인체영향을 최소화하기 위해서는 일차적으로 地域住民의 役割이 재고될 필요성이 있다. 즉 생활주변 미세먼지 발생의 저감 및 관리문제는 지역주민이 쾌적한 생활공간 조성을 위한 각자의 역할을 분명히 인식하고 적극적 참여가 이루어져야만 효과적으로 해결될 수 있다. 주민참여의 방법으로 고려될 수 있는 사안으로는, 지역주민을 대상으로 한 미세먼지 인체영향 홍보 및 환경교육, 시민명예환경감시제도의 정착, 생활주변지역의 개발·이용시 자발적 미세먼지 저감대책의 마련·실천 도모, 그리고 주민참여를 간접적으로 유도하기 위한 지역환경보전기금의 조성·활용 등을 들 수 있다. 한편으로 지역주민이 참여하는 근린주거 중심의 地域綠化事業의 擴大推進을 도모할 필요가 있다. 예를 들면, 현재 서울시에서 추진중인 우수녹화마을의 선정사업이 이에 해당된다.

3. 환경보전기금의 활용

환경오염 유발행위에 의한 비용부담의 일반적 원리(경제적 유인책)는 汚染發生者가 負擔하는 것이 상례이다. 즉 환경오염행위에 대하여 경제적 비용을 부담하게 함으로써 오염자 스스로 오염행위를 통제·억제하도록 유인하는 것이다. 그러나 필요한 경우, 보조금 지급과 같은 오염방지 및 저감을 위한 지원방안이 요구될 때도 있다. 특히, 공공보건의 유지 및 향상을 위한 경우가 이에 해당된다. 본 연구에서 다루고 있는 학교운동장 사례가 이에 해당될 수 있다.

서울시에서는 현재까지 뚜렷한 오염방지를 위한 基金造成이 이루어지지 않고 있으나, 이에 관한 논의가 한창 진행되고 있는 실정이다. 이에 생활주변 발생 미세먼지의 저감 및 관리를 실현하기 위한 구체적인 실행수단으로서 가장 중요한 부분이 財源確保이다. 첫째는 환경예산의 최대한 많이 배정하는 작업이 필요하며, 둘째는 서울시·구 자치단체 단위의 재정확충을 위한 노력을 경주하여야 한다.

4. 기타 저감유인 방안

(1) 도시형 텃밭이용

도시지역내 일정용도에 이용되지 못하고, 나대지 형태로 존재하고 있는 소규모 공간의 경우에는 自然親和的 용도에의 이용 및 미세먼지의 간접적 저감을 위한 기능을 우선적으로 고려할 수 있다. 현재 논의되고 있는 도시형 텃밭이용 행태가 이에 해당된다. 이러한 나대지 이용은 도시지역내 최소단위의 생태기능(Bio-toppe)을 수행할 수 있는 이점을 발견할 수 있다. 그러나 도시지역의 나대지는 주차장과 같은 기능을 담당하고 있는 것이 지배적인 실정이므로, 가급적 복합용도로서 활용을 권장하되 미세먼지 발생원이 되지 않도록 유도할 수 있는 대안이 필요한 시기이다. 다만 도시형 텃밭이용의 경우 먼지발생을 근원적으로 저감할 수 있을 뿐만 아니라 도시생태계 보전과 連繫되어야 함에 유의하여야 한다.

(2) 식재 및 환경녹화사업

도시지역내 소규모 공간을 도시형 텃밭 또는 이에 준하는 식재와 환경녹화사업 등을 통하게 되면 또다른 自然親和的 機能을 수행할 수 있을 뿐만 아니라 생활주변 미세먼지의 간접적

저감방안이 될 수 있다. 현재 서울시는 공원녹지관리사업소를 통하여 녹지조성의 일환으로 녹지대나 공원에 필요한 수목·잔디·꽃을 생산·공급하는 양묘장(현재 7개소; 522,675m²)을 운영하고 있으므로, 생활주변 나대지를 대상으로 지역주민이 植栽 및 環境綠化를 하고자 할 경우, 이를 적극적으로 권장하는 체계구축이 필요하다.

(3) 도시생태계와의 관련성 유지

일반적으로 도시지역의 경우 자연적 생태계가 온전히 보전되지 못하는 것이 보편적이며, 이에 따라 인위적 요소가 많이 첨가된 도시 생태계 복원이 주로 고려되고 있음을 볼 수 있다. 비록 도시생태계 보전측면에서는 미흡한 수준이라고 할 수 있으나, 일정범위내에서 도시지역 내 생태계 회복의 일환으로 미세먼지 저감과 관련된 대안이 필요하게 된다. 예를 들면, 서울시 공원녹지 확충계획을 원용한 綠地擴充·나대지 植栽 方法이 이에 해당될 수 있다.

5. 먼지저감대책의 종합계획

쾌적한 생활환경의 조성은 일차적으로 環境質의 改善·維持水準에 의존하게 된다. 이의 일환으로 도시공간상에서 발생하는 오염물질중 먼지오염은 여타 대기오염물질과 마찬가지로 인체영향과 지역환경질에 미치는 부정적 영향이 심대하며, 또한 국지적·광역적 발생양상을 보이는 특성을 나타내고 있다. 서울시 지역을 대상으로 지역주민의 삶의 질을 고양할 수 있는 방편으로 먼지저감 종합계획의 작성·시행이 요청되는 것도 이와 같은 맥락에서 풀이할 수 있다. 이에 서울시 먼지저감 綜合計劃의 내용으로는 ①도시먼지 발생의 현황파악 및 자료체계의 구축, ②주요 발생원 대책, ③먼지저감 시설의 장차유도, ④생활주변 먼지저감 대책의 수립, ⑤도시생태계와의 연계도모, ⑥민간부문의 참여, 그리고 ⑦먼지저감·관리를 위한 제도마련 등과 같은 사항들이 포괄적으로 다루어질 필요가 있다.

결론적으로 향후 서울시 지역내 생활공간상에서 발생하는 미세먼지의 否定的 影響을 최소화하고, 지역주민이 시시각각 호흡하는 공기는 청정한 수준이 유지되어야만 한다는 命題는 이제 더 이상 새로운 당면과제가 될 수 없다. 이를 환언하면 생활주변 미세먼지의 발생을 저감·관리할 수 있는 다각적인 대책마련과, 이의 실효성을 제고할 수 있는 基盤造成이 시급히 이루어져야 할 것임을 부언하고자 한다. 다만, 본 연구에서 다루지 못한 부문으로는 서울시 인

근지역에서의 유입 및 越境현상에 의한 외부유입(예: 황사), 미세먼지의 成分別 分析에 기초한 발생원별 예방대책 등이 보다 심층적으로 이루어져야 하는 향후과제 또한 필요함을 제기하고자 한다.

참고문헌

1. 국내문헌

- 김갑수·김운수 외. (1996). 「서울시 경유자동차 배출가스 저감정책수립에 관한 연구」. 서울시정개발연구원.
- 김운수·홍현표·이수진. (1997). 서울시 도시규모 성장과 대기환경영향 변화분석. 「서울시정연구」. 서울시정개발연구원, 5(1).
- 나진균·장남익 외. (1992). 「도시별 먼지 총발생량 및 오염원별 기여도 조사연구」. 국립환경연구원.
- 나진균·홍지형 외. (1993). 「대기오염물질 배출량 허용기준 제정을 위한 조사연구」. 국립환경연구원.
- 서울시. (1996a). 「서울의 환경」.
- _____. (1996b). 「2000년대 서울시의 대기오염물질 배출량 예측 및 관리방안 연구」.
- _____. (1996c). 「서울 통계연보」.
- _____. (1997). 「서울의 환경」.
- 서울시·서울의제21 추진협의회. (1997). 「21세기 녹색서울 만들기」.
- 윤순창·이용근·김윤신. (1992). 「대기환경기준설정 및 대기환경지표 개발에 관한 연구」. 한국환경과학 연구협의회.
- 이민희·신찬기 외. (1989). 「도시지역 대기질 개선에 관한 연구(Ⅰ)」. 국립환경연구원.

- 이주희. (1996). 한국 지방자치제도와 운용. 「자치공론」.
- 전의찬 외. (1994). 「서울시 대기오염 특성연구」. 서울시정개발연구원.
- 최덕일·김양균 외. (1986). 「특정배출원에서의 비산분진발생에 관한 조사연구(Ⅱ)」. 국립환경연구원.
- 최덕일·이홍재 외. (1994). 「수도권지역의 시정장애현상규명을 위한 조사연구(Ⅰ)」. 국립환경연구원.
- 최덕일·한진석 외. (1995a). 「수도권지역의 시정장애현상규명을 위한 조사연구(Ⅱ)」. 국립환경연구원.
- _____. (1995b). 「대도시 지역의 시정장애 원인과 대책」. 한·미 공동세미나. 국립환경연구원.
- 한의정. (1992). 「도시 주택가 대기중 부유분진과 그 입도분포에 관한 조사연구」. 연세대학교 보건대학원.
- 한화진. (1997). 대기중 미세먼지 피해와 저감방향. 「환경포럼」. 한국환경기술개발원, 4(11).
- 환경부. (1995). 「면 및 이동오염원 조사방법 개발 및 지침서 작성에 관한 연구」.
- _____. (1996a). 「자동차공해관리 업무편람」.
- _____. (1996b). 「환경백서」.

2. 외국문헌

Desert Research Institute, *Effectiveness Demonstration of Fugitive Dust Control Methods for Public Unpaved Roads and Unpaved Shoulders on Paved Roads*, DRI

Document No.685-5200.1F1, 1996. 12.

Kinsey, J.S. and Cowherd, Jr. C., Control of Fugitive and Hazardous Dusts, *Pollution and Technology Review*, No. 192, 1990.

South Coast Air Quality Management District, *Coachella Valley PM10 Attainment Redesignation Request And Maintenance Plan*, 1996. 12.

UNEP, *Urban Air Pollution in Megacities of the World*, 1992.

3. 기타자료

www1: <http://www.eq.state.ut.us/eqamc/pm10.htm>

www2: <http://www.nrdc.org/faqs/aibrefaq.html>

www3: <http://www.ccc.nottingham.ac.uk/~evzakn/pm10.htm>

www4: <http://www.env.gov.bc.ca/epd/epdpa/ar/fpwtaah.html>

www5: <http://www.env.gov.bc.ca/epd/epdpa/ar/heoipifb.html>

www6: <http://sun1.bham.ac.uk/c.m.tarpey/news495/pm10.htm>

www7: <http://www.ccc.nottingham.ac.uk/~evzakn/doenote.htm>

www8: <http://www.netlabs.net/hp/tmain/pmfact.htm>

www9: <http://www.hsrc.org.uk/links/cci/airpol.htm>

부록 1: 우리나라의 미세먼지 관련법규

1) 대기환경보전법 제28조 (飛散먼지의 규제)

- ① 일정한 排出口없이 大氣중에 직접 排出되는 먼지(飛散먼지)를 발생시키는 事業으로서 大統領令이 정하는 事業을 하고자 하는 者는 環境部令이 정하는 바에 의하여 環境部長官에게 申告하고 飛散먼지의 발생을 抑制하기 위한 施設을 設置하거나 필요한 措置를 하여야 한다.
- ② 環境部長官은 第1項의 規定에 의한 飛散먼지의 發生抑制을 위한 施設의 設置 또는 필요한 措置를 하지 아니하거나 그 施設이나 措置가 적합하지 아니하다고 인정하는 때에는 그 事業을 하는 者에 대하여 필요한 施設의 設置나 措置의 이행 또는 개선을 命할 수 있다.
- ③ 環境部長官은 第2項의 規定에 의한 命을 이행하지 아니하는 者에 대하여는 당해 事業의 중지 또는 施設 등의 사용중지 또는 사용제한을 命할 수 있다.

2) 대기환경보전법 시행령 제21조 (飛散먼지 발생사업)

대기환경보전법 제28조 제1항 규정에 의한 “대통령령이 정하는 사업”이라 함은 다음 각호의 사업중 총리령이 정하는 사업을 의미한다.

- ① 시멘트·석회·프라스터 및 시멘트관련제품 제조 및 가공업
- ② 비금속물질 채취·제조·가공업
- ③ 제1차 금속제조업
- ④ 비료 및 사료제품제조업
- ⑤ 건설업(건축공사·굴착공사·토목공사·조경공사·철거공사를 하는 경우에 한한다)
- ⑥ 토사운송업
- ⑦ 운송장비제조업
- ⑧ 저탄시설의 설치가 필요한 사업
- ⑨ 고철 또는 곡물하역업

3) 대기환경보전법 시행령 제31조 (권한의 위임)

대기환경보전법 제54조 규정에 의하여 환경부장관의 권한중 시·도지사에게 위임한 내용은 다음과 같다
(법 제28조 관련사항).

- ① 법 제28조 제1항 규정에 의한 비산먼지발생사업의 신고수리
- ② 법 제28조 제2항 및 제3항 규정에 의한 명령

4) 대기환경보전법 시행규칙 제48조 (비산먼지발생사업)

대기환경보전법 시행령 제21조에서 "총리령이 정하는 사업"이라 함은 다음의 사업을 의미한다(별표 13의 사업).

1. 시멘트·석회·프라스터 및 시멘트관련 제품제조 및 가공업

- ㉠ 시멘트제조·가공 및 저장업
- ㉡ 석회제조업
- ㉢ 콘크리트제품제조업
- ㉣ 프라스터제조업

2. 비금속물질 채취·제조·가공업

- ㉤ 토사석채취업(아직면적이 100m²이상인 골재보관·판매업 포함)
- ㉥ 석탄제품제조업 및 아스콘제조업
- ㉦ 내화물제조업
- ㉧ 유리 및 유리제품제조업
- ㉨ 도기·자기 및 토기제조업
- ㉩ 구조점토제품제조업
- ㉪ 비금속광물분쇄처리업

3. 제1차 금속제조업

- ㉫ 주조업
- ㉬ 제철 및 제강업
- ㉭ 비철금속 제1차제련 및 정련업

4. 비료 및 사료제조업

- ㉮ 화학비료제조업
- ㉯ 배합사료제조업
- ㉺ 곡물가공업(임가공업 포함)

5. 건설업

- ㉔ 건물건설공사(연면적 1,000㎡ 이상에 한정)
- ㉕ 굴절공사(총연장200m 이상 또는 굴착토사량 200m³ 이상에 한정)
- ㉖ 토목건설공사(구조물 용적합계 1,000m³이상·공사면적 1,000m²이상 또는 총연장 200m이상에 한정)
- ㉗ 조정공사(면적합계 5,000m² 이상에 한정)
- ㉘ 건축물해체공사(연면적 3,000m²이상에 한정)
- ㉙ 기타 공사(가. 내지 마.의 공사의 1에 준하는 공사로서 해당 가. 내지 마.의 공사규모이상에 한정)

6. 토사운송업

- ㉚ 모든 토사운반차량

7. 운송장비 제조업

- ㉛ 강선건조·수리업과 합성수지선의 건조업 또는 수선업

8. 저탄시설의 설치에 필요한 사업

- ㉜ 발전업
- ㉝ 부두 및 역구내 저탄업
- ㉞ 석탄을 연료로 사용하는 사업(저탄면적 100m²이상에 한정)

9. 고철 또는 곡물하역업

- ㉟ 수상화물 취급업

비산먼지의 발생을 억제하기 위한 시설의 설치 및 필요한 조치에 관한 기준
(대기환경보전법 시행규칙 제49조 2항 관련사항):

1) 분체상 물질을 야적하는 경우

- ① 야적물질은 방진덮개로 덮을 것
- ② 야적물질의 최고저장높이의 1/2 이상의 방진벽 설치 및 최고저장높이의 1.25배이상의 방진망(막) 설치(단, 건물건설공사장·조정공사장·건축물해체공사장의 공사장 경계에는 높이 1.8m 이상의 방진벽을 설치하되, 2이상의 공사장이 붙어 있는 경우의 공동경계면에는 방진벽을 설치하지 아니할 수 있다).
- ③ 저장물질의 함수율은 항상 7~10%를 유지할 수 있도록 살수시설 설치(단, 고철야적장 제외)
- ④ ① 내지 ③과 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우에는 ① 내지 ③중 그에 해당하는 시설의 설치 또는 조치 제외.

2) 신키 및 내리기(분체상 물질을 신키 내리는 경우에 한정)

- ① 작업시 발생하는 비산먼지를 제거할 수 있는 이동식 집진시설 또는 분무식 집진시설(더스트 부스트)의 설치(단, 석탄제품제조업, 제철 및 제강업, 고철 또는 곡물하역업에 한정)
 - ② 신키나 내리는 장소 주위에 고정식 또는 이동식 살수시설(살수반경 5m이상, 수압 3kg/cm²이상)의 설치·운영으로 작업중 재비산 방지
 - ③ 풍속이 평균초속 8m이상일 경우 작업의 중지
 - ④ ① 내지 ③과 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우에는 ① 내지 ③중 그에 해당하는 시설의 설치 또는 조치 제외.
- 3) 수송(단, 토사운송업의 경우 ①, ②, ⑥, ⑦의 경우 한정)

- ① 덮개설치에 의한 적재물의 외부시선 노출억제 및 흘림방지
- ② 적재함 상단으로부터 수평 5cm이하까지만 적재함 측면에 당도록 적재
- ③ 비포장시설도로 이용: 반경 500m이내에 10가구이상의 주거시설이 있을 경우에는 해당 부락으로부터 반경 1km이내는 포장할 것.
- ④ 자동식 세륜시설 또는 수조를 이용한 세륜시설의 설치
- ⑤ 측면살수시설의 설치
- ⑥ 수송차량의 세륜 및 측면살수후 운행
- ⑦ 공사장안의 통행차량: 시속 20km이하 운행
- ⑧ 공사장안의 통행도로: 1일 1회이상 살수
- ⑨ ① 내지 ⑧과 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우에는 ① 내지 ③중 그에 해당하는 시설의 설치 또는 조치 제외.

4) 이송

- ① 야외이송시설은 밀폐화하여 이송중 먼지의 흘날림 방지
- ② 이송시설의 밀폐 경우 국소배기부위에서의 집진시설 설치
- ③ 수분시설 사용의 경우 살수 또는 기타 제진방법의 사용 도모
- ④ ① 내지 ③과 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우 ① 내지 ③중 그에 해당하는 시설의 설치 또는 조치 제외

5) 캐광·채취

- ① 살수시설 등을 설치하여 주위에의 먼지 확산 방지
- ② 발파시 발파공에 젖은 가마나 등을 덮거나 적절한 방지시설을 설치 후 발파 실시
- ③ 분쇄상물질등 비산가능성이 있는 물질은 밀폐용기에 보관 또는 방진덮개 이용
- ④ ① 내지 ③과 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우 ① 내지 ③중 그
에 해당하는 시설의 설치 또는 조치 제외

6) 야외절단

- ① 고철 등의 절단작업은 가급적 옥내에서 실시
- ② 야외절단시 인근주위에 간이칸막이 등을 설치하여 먼지의 확산 방지
- ③ 야외절단시 이동식 집진시설의 설치후 작업 실시
- ④ 풍속이 평균초속 8m이상(강선수선업과 합성수지선의 건조업 또는 수선업인 경우에는 10m이상)인 경우 작
업 중지
- ⑤ ① 내지 ④와 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우 ① 내지 ④중 그
에 해당하는 시설의 설치 또는 조치 제외

7) 야외탈철

- ① 탈철구조물의 길이가 15m미만인 경우에는 옥내작업 실시
- ② 야외작업시 간이칸막이 등을 설치하여 먼지의 확산 방지
- ③ 야외작업시 이동식 집진시설의 설치 도모
- ④ 작업후 잔여물이 재차 확산 방지
- ⑤ 풍속이 평균초속 8m이상(강선수선업과 합성수지선의 건조업 또는 수선업인 경우에는 10m이상)인 경우에
는 작업 중지
- ⑥ ① 내지 ⑤와 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우 ① 내지 ⑤중 그
에 해당하는 시설의 설치 또는 조치 제외

8) 야외연마

- ① 야외작업시 이동식 집진시설의 설치·운영
- ② 야외작업시 작업부위의 높이이상의 이동식 방진망 또는 방진막의 설치
- ③ 작업후 잔여물이 재차 흩날림 방지
- ④ 풍속이 평균초속 8m이상(강선수선업과 합성수지선의 건조업 또는 수선업인 경우에는 10m이상)인 경우에는 작업 중지
- ⑤ ① 내지 ④와 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우 ① 내지 ④중 그에 해당하는 시설의 설치 또는 조치 제외

9) 야외도장(강선진조수리업 한정)

- ① 소형 구조물(길이 10m이하에 한한다)의 도장작업은 옥내에서 하고 적정량의 외부공기를 흡입하여 회석배출 도모
- ② 부지경계선으로부터 40m이내에서 도장작업을 할 경우 최고높이의 1.25배이상의 방진망(개구율 40%상당)의 설치
- ③ 풍속이 평균초속 8m이상일 경우 도장작업 중지(도장작업위치가 높이 5m이상이며, 풍속이 평균초속 5m이상일 경우에도 작업 중지)
- ④ ① 내지 ③과 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우 ① 내지 ③중 그에 해당하는 시설의 설치 또는 조치 제외

10) 기타 공정(건물건설공사장 및 건물해체 공사장의 경우 한정)

- ① 건물건설공사장에서 건물의 내부공사를 하는 경우 먼지의 공사장 밖 흩날림 방지 및 다음과 같은 시설의 설치 또는 조치 실시
 - 5층이상 건물: 방진막·방진벽 또는 방진망 설치
 - 4층이하 건물: 1일 1회이상 살수 실시
- ② 건물해체공사장에서 건물해체작업을 하는 경우 먼지의 공사장 밖 흩날림 방지 및 방진막·방진벽 또는 방진망 설치
- ③ ① 내지 ②와 동등하거나 그 이상의 효과를 가지는 시설의 설치 또는 조치를 하는 경우 ① 내지 ②중 그에 해당하는 시설의 설치 또는 조치 제외

엄격한 비산먼지 발생을 억제하기 위한 시설의 설치 및 필요한 조치에 관한 기준
(대기환경보전법 시행규칙 제49조 제3항관련)

1. 야적

- ① 야적물질을 최대한 밀폐된 시설에의 저장 또는 보관 도모
- ② 수송 및 작업차량 출입문은 자동 또는 반자동으로 설치
- ③ 보관·저장시설의 국소배기 부위에 집진시설의 설치

2. 싣기 및 내리기

- ① 최대한 밀폐된 저장 또는 보관시설내에서만 분체상물질을 수송차량에 싣거나 내릴 것.
- ② 싣거나 내리는 장소주위에 고정식 또는 이동식 살수시설(살수반경 7m이상, 수압 5kg/cm²이상)의 설치

3. 수송

- ① 적재물이 흘러내리거나 흩날리지 아니하도록 덮개가 장치된 차량으로 수송 도모
- ② 다음 규격의 세륜시설을 설치 도모
금속지대대에 설치된 차바퀴를 닦게 한 후 전력 또는 차량의 동력을 이용하여 차바퀴를 회전시키는 방법으로 차바퀴에 묻은 흙 등을 제거할 수 있는 시설
- ③ 공사장 출입구에 환경전담요원을 고정배치하여 출입차량의 세륜·세차이행을 통제하고 공사장 밖으로 토사가 유출되지 않도록 관리 도모
- ④ 공사장내 차량통행도로는 다른 공사에 우선하여 포장 도모

4. 기타 공점

- ① 건물건설공사장은 기계식 청소장비를 갖추어 건물 바닥을 1일 2회이상 청소

부록 2: 미국의 미세먼지 관련법규

■ 코첼라밸리市 먼지저감조례(Fugitive Dust Control Ordinance)

(1992년 7월 28일 채택)

1. 개요

일반적으로 먼지(fugitive dust & PM10)는 인공적인 활동(건설, 농업, 도로 먼지 기타의 인간 활동)과 자연적 현상(모래 바람)에 의해 발생된다. 특히 인간의 건강에 영향을 미치며, 시계저하의 원인이 되는 미세먼지(PM10)의 대부분이 인간 활동에 의해 생성된다는 사실은 코첼라밸리시의 대기관측자료를 통해 판명되고 있다. 코첼라밸리시의 경우, 연방정부의 PM10 기준치를 초과하는 수준을 보이며 추가적인 먼지 저감방안과 노력이 불가피한 실정이다. 이에 코첼라밸리시는 지역사회의 건강과 안전 그리고 안경을 보호하고 향상시키기 위하여 1990년 「대기정화법」 개정안을 토대로 1993년 12월 10일 이전에 먼지저감방안이 실시되어야 할 당위성을 갖게 되었다.

한편 남부해안대기관리지역체(SCAQMD)는 코첼라밸리시의 PM10 저감을 위한 주정부 실행계획(SIP)을 채택하였다. 이는 지역 먼지 저감방안조례가 1992년 12월에 제정되었음을 의미한다.

이에 따라 코첼라밸리시는 유역정부협의회(CVAG) 및 남부해안대기관리지역체(SCAQMD)와 함께 실행계획(SIP)에 따라 다음과 같은 추가적인 먼지저감 방안과 개선책을 수립·시행하게 된다.

2. 주요내용

제 1장. 목적

제 2장. 개념정의

제 3장. 예외조항

제 4장. 적용대상

1. 건설·해체활동
2. 공공용지 및 비포장도로
3. 비포장주차장
4. 나대지

제 5장. 계획안 적용기준

제 6장. 적용 및 실행

제 7장. 위반·법적사항

제 8장. 적용원칙

제 9장. 유보사항

제10장. 효력발생일

제 1장.(목적) 당해 조례는 (미세)먼지를 저감하기 위하여 건설과 건물해체활동, 그리고 기타의 토지이용단계에서 준수해야 할 최소한의 필요사항을 규제하기 위해 제정되었다.

제 2장.(개념정의) 당해 조례에서 언급되는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "Annual Vehicle Trips"(년간 차량 통행량): 차량이 특정년도 기간동안 유발한 유출입 통행량을 의미한다. 예를 들면, 한 차량이 특정시간동안 1회의 유출입을 나타내면 통행량수는 2로 기록된다.
2. "Average Daily Traffic(ADT: 평균 1일 통행량)": 주어진 24시간 동안 특정 지역을 유출입한 평균 차량수를 의미한다.
3. "Applicant": 시에 미세먼지(PM10) 저감 방안을 제출하도록 요구되어지는 사람을 말한다.
4. "Bulk Material": 모래, 자갈, 토양, 응집형태 및 기타의 다른 유기·무기 물질을 포함한다.
5. "City"(County): 먼지저감조례의 수립주체
6. "Chemical Stabilization(화학안정제)": 바람에 의한 토양침식과정에서 발생하는 미세먼지를 저감하기 위하여 당해 도시, 캘리포니아 수질·대기보호국 및 환경청, 그리고 기타 다른 관련법령에서 규제하지 아니하고 허용하는 무독성 화학 안정제를 의미한다.
7. "Construction and Demolition Activities": 건축, 개조, 재건축, 해체 등의 물리적인 제반 활동을 총칭한다.
8. "Director": 미세먼지 저감과 관련한 당해 시 또는 시에 의해 지명된 사람
9. "Disturbed Surface Area": 인간의 활동에 의해 물리적으로 변화되거나, 불안정화, 또는 기타의 변형으로 인해 본래의 자연상태에 변화가 생긴 표토층 변형지역을 말한다. 그러나 본래의 자연상태로 재생된 지역이나, 또는 농업에 이용되는 토지는 포함되지 않는다. 이러한 지역의 토양조건은 근처의 자연적인 상태와 유사하기 때문이다.
10. "Dust control Implements": 먼지가 대기중으로 비산되는 것을 방지하거나, 차량에 의해 흙 또는 기타 다른 물질이 포장도로로 옮겨지는 것을 방지할 목적으로 사용되는 장비, 기계, 장치, 도구, 그리고 공인된 제반 저감방법 등을 의미한다.
11. "Dust Suppressants": 물, 식생, 흡습성 물질, 또는 당해 도시, 캘리포니아 수질·대기보호국 및 환경청, 그리고 기타 다른 관련법령에서 규제하지 아니하고 허용하는 화학적 토양안정제를 지칭한다.
12. "Fugitive Dust": 인간의 활동에 의해 간접 또는 직접적으로 발생되며, 대기중에 배출되는 공기중의 고체 입자성 물질을 의미한다.

13. "Off Road Motor Vehicles": 비포장도로상에 이용되는 운송수단으로서 다음의 예에 제한되지는 않는다.
- (1) 이륜차 또는 원동기를 갖춘 자전거
 - (2) 흙·모래 운반차, 또는 전천후 운반차와 같은 유형의 차량 등
14. "Open Areas": 비포장 주차지역, 트럭 정류장, 표토층 변화지역(disturbed surface area), 또는 공유지나 사유지에 위치한 평탄한 지역 등을 망라한 나대지를 의미한다.
15. "Open Storage Pile": 원래의 표층물질(bulk material)이 높이 3피트 또는 그 이상, 면적이 300 제곱피트 또는 그 이상 축적되어 있는 건조물을 의미한다.
16. "Owner": 기록보관소에 소유주로 등재된 사람, 단체, 기관 또는 기타 공적·사적인 실체를 총칭한다.
17. "Parking Lot": 차량 주차나 이와 관련되어 이용되는 주차지역을 의미한다.
- (1) 도로포장물질과 같은 종류의 물질로 포장된 주차지역
 - (2) 비포장 주차지역
 - (3) 일평균 100대의 주차용량을 초과하지 않는 범위내에서 3일 연속 또는 월 5일 미만동안 이용되는 임시적 비포장 주차지역 등.
18. "Particulate Matter": 순수한 물을 제외한 물질로 표준상태에서 고체 또는 액체형태로 존재하는 미세단위를 의미한다.
19. "Paved Road": 전형적인 포장재료로 처리된 정비된 가로, 고속도로, 골목길, 공공도로 또는 기타 접근로 등을 총칭한다.
- (1) 연방·주·카운티·도시·기타 공공단체가 소유하고 대중이용에 제공되는 공공 포장도로
 - (2) 공공도로로 규정되지 않는 사적인 포장도로
20. "Permittee": 시에 의해 먼지저감계획안의 승인을 받은 주체를 의미한다.
21. "Person": 주법령이 인정하는 개인, 단체, 업체 등
22. "PM10": 연방정부의 표준시험방법에 의해 측정했을 때 그 직경이 10마이크론이나 그 이하인 미세먼지를 의미한다.
23. "Reasonably Available Fugitive Dust Control Measures": 먼지가 공기중으로 비산되거나 확산되는 것을 제어하고자 할 경우, 모든 미국 환경청(EPA)에 의해 현재의 기술수준하에서 사용하여도 무방하다는 허가를 받은 저감대책을 의미한다. 현재 EPA지침서에 허가된 대안으로는 덮개 사용, 먼지억제제(Dust Suppressants) 사용, 먼지제어시설(Dust control Implements) 이용방안 등이 있다(참조: General Preamble, Implementation of Title I, clean Air Act Amendments of 1990, Appendix C 1, U.S. EPA, March 27, 1992).
24. "Road Length": 도로의 방향, 도로 유형, 표면 형태, 교차로, 소유형태 등과 관계없이 일정 도로의 총 중앙선의 연장거리를 의미한다.
25. "Site": 당해 먼지저감 조례에 의해 영향을 받는 모든 활동이 이루어지는 지역단위.
26. "Staging Area": 재화와 물품의 선적, 수집, 이동, 저장을 위해 사용되는 지역

27. "Typical Roadway Material" for permanent roadways: 시멘트, 아스팔트 또는 아스팔틱 콘크리트 등과 같은 내구성 재료를 지칭한다.
28. "Unpaved Roads": 시멘트, 아스팔트 또는 아스팔틱 콘크리트 등과 같은 내구성 재료로 포장되지 않은 비포장도로를 의미한다.
29. "Urban Area": 코첼라밸리시 및 이와 인접된 여러 도시 또한 버류다 둔스, 싸우전드 팜스, 메카, 씨탈 같은 인구집중 지역을 공식적인 경계로 하는 행정구역 단위를 지칭한다.

제 3장.(예외조항) 당해 조례의 제반 조항중 예외적 적용을 원할 경우, 청원서를 제출하여 미세먼지저감 관리자(Director)의 승인을 얻어야 한다. 다음의 활동들은 조례에서 정한 예외조항 대상으로 승인을 신청할 수 있다.

1. 먼지 저감을 위한 조치들이 연방과 주의 멸종동물보호법(Endangered Species Act), 그리고 잡초 제거, 화재 위험제어 등과 관련된 제반 조례와 상충하여 소기의 목적을 달성할 수 없는 경우에는 제외될 수 있다.
2. 작물 재배, 수확, 경작 또는 동물, 가금 사육, 그리고 양봉 등을 포함한 농업 작업의 경우, 이러한 작업이 비포장도로와 연관이 있을 경우는 제외된다.
3. 整地작업이나 건물해체 허가를 받을 필요가 없는 일련의 건설 및 해체활동
4. 다음 조건을 만족시키는 건설 및 해체활동
 - (1) 완전 밀폐된 공간에서 작업이 이루어지므로 공기중으로 먼지를 발생시키지 않을 경우
 - (2) 단독주택 주거지역에서의 중·개축의 경우
5. 일일평균 통행량(ADT)이 20대 이하라고 인정되는 비포장 도로
6. 한달에 연속 3일동안 또는 그 이하, 그리고 누적하여 5일 또는 그 이하의 기간동안 하루 차량 통행량이 100대를 초과하지 않는다고 판단되는 비포장도로상에서 작업이 행해질 경우
7. 연간 차량 통행빈도(trips)가 6,000회 이하로 조사된 곳에 한하여, 시의 Zoning 조례에 의해 차량 8대 또는 그 이하의 주차공간을 가진 비포장 주차장
8. 임시 비포장 주차장
9. 시가 공공의 건강과 안전을 위해 긴급한 작업을 실행하도록 공식적으로 발표한 경우

제 4장.(적용대상)

1. 건설과 해체활동
 - (1) 整地作業(grading)허가나 건물해체 허가를 신청하고자 하는 사람은 먼저 (미세)먼지저감방안[Fugitive Dust(PM10) Mitigation Plan]의 승인을 얻지 않고서는 일체의 작업을 행할 수 없다.
 - (2) 정지작업 또는 해체작업 허가를 신청함과 동시에 미세먼지저감 관리자(Director)에게 먼지저감방안 계획

서를 제출하여야 한다. 제안된 먼지저감방안이 승인되지 않을 경우에는 市로부터 관련 허가를 받을 수 없다.

- (3) 승인된 먼지저감방안은 승인된 그 날짜로부터 효력을 갖게 된다.
- (4) 일단 승인된 정지작업과 해체작업 허가사항을 수정하고자 할 경우 먼지저감방안과 가능한 수정안을 다시 제출하여야 한다.
- (5) 승인된 먼지저감방안은 추후 개정 가능하며, 그러한 경우 개정안이 승인되기 전까지는 본래의 먼지저감방안 기준하에서 모든 작업이 이루어져야 한다.
- (6) 당해 조례의 채택이전에 정지작업 또는 해체작업 허가를 받은 사람은 모든 허가된 활동이 종료되지 않았을 경우, 당해 조례가 시행되는 날로부터 6개월 이내에 먼지저감방안을 제출하여야 한다.

2. 공공용지 및 비포장도로

- (1) 일평균 교통량(ADT)이 20대~150대인 모든 비포장도로의 소유자는 통행속도를 시속 15마일이나 그 이하로 낮추기 위한 조치를 취해야만 한다. 이러한 조치에는 속도제한 표지판 설치 또는 속도제한장치의 설치 등이 포함된다.
- (2) 일평균 교통량이 150대 이상인 공공용지 또는 私有·公有 비포장도로의 소유자는 이 조례가 시행되는 날로부터 6개월 이내에 먼지저감방안을 담당자(Director)에게 제출하여야 한다.
- (3) 먼지저감 방안의 승인을 받은 일평균 교통량이 150대 이상인 공공용지 또는 私有·公有 비포장도로의 소유자는 승인받은 날로부터 60일 이내에 모든 먼지저감방안의 준수사항을 지켜야 한다.
- (4) 먼지저감 방안을 승인받지 못한 일평균 교통량 150대 이상인 공공용지 또는 私有·公有 비포장도로의 소유자는 그날로부터 30일 이내에 담당자(Director)에게 수정안을 다시 제출하고, 그것이 승인되면 승인받은 후 30일 이내에 수정안의 모든 준수사항을 따라야 한다.
- (5) 승인된 먼지저감 방안의 경우, 일평균 교통량이 150대 이상인 공공용지 또는 私有·公有 비포장도로의 소유자는 언제든지 당해 저감방안의 개정안을 제출할 수 있으며, 담당자가 승인할 때까지는 본래의 방안을 준수하여야 한다.

3. 비포장 주차장

- (1) 현재 포장되지 않은 주차장의 소유주는 당해 조례가 시행되는 날로부터 6개월 이내에 주차나 차량통행에 사용되는 공간을 일반적인 도로포장물질로 포장을 해야 한다. 그러나 포장 이외에 화학안정제, 재생 아스팔트, 또는 기타 공인된 물질을 사용하고자 할 때는 담당자(Director)에게 이의 사용신청을 하여야 한다.
- (2) 상기의 (1)항에 의해 신청을 한 소유주는 먼지역체제 사용 농도와 빈도를 포함하는 먼지저감방안을 준비하여야 한다. 담당자는 소유주가 작성한 먼지저감 방안상에 연차적 보고의무 사항을 삼입케하여 먼지제어 방안의 구체적 진척도를 점검할 수도 있다.
- (3) 먼지저감 방안을 승인받지 못한 경우, 그날로부터 30일 이내에 ①주차나 차량통행에 사용되는 지역을 일반적인 포장물질로 포장을 하거나, ②지역·보완된 수정사항을 담은 수정안을 담당자에게 제출하여야 한다.

다. 단, 승인받지 못한 날로부터 30일이내에 포장을 해야한다는 조건은 당해 조례 시행 6개월까지는 해당되지 않는다.

- (4) 임시 비포장 지역의 소유주는 일일 100대 이상의 차량 주차를 위하여, 사전에 주차나 차량통행을 위하여 사용되는 지역을 화학안정제로 48시간동안 처리한다.

4. 나대지

- (1) 나대지 소유주는 당해 지역에 대해 비도로 자동차 통행이용에 제공되는 것을 차단할 수 있으며, 이 경우 접근로주위 경고판 및 펜스 설치 등이 가능하다.
- (2) 비도로 자동차 통행에 이용되는 나대지가 시소유인 경우, 풍속이 시간당 25마일 이상이면 당해지역에서의 통행이용을 제한·금지할 수 있다.

제 5장.(계획안 적용기준)

1. 먼지저감방안[Fugitive Dust (PM10) Mitigation Plan]

- (1) 먼지저감 방안의 작성·제출 주체는 남부해안대기질관리지구 규정[403(Rule 403)]과 부합하여 현재의 기술수준하에서 사용하여도 무방하다고 허가를 받은 먼지저감 방안을 포괄하는 계획서를 제출하여야 한다. 제출된 방안은 담당자에 의해 승인을 받게 된다. 그리고 동 방안에는 건설 및 해체작업활동이 진행되는 지역에서, 그러한 활동이 종료되고 30일 또는 그 이상의 기간에 걸쳐 표토층 변형상태(disturbed surface)를 처리하기 위한 먼지억제제의 사용을 요구하고 있다. 또한 먼지저감 방안에는 다음의 먼지저감 방안 가운데 하나 또는 그 이상의 것을 포함하여야 한다.

- 비포장 도로와 차량주차지역에의 화학안정제 사용
- 모든 표층변화작업에 앞서 충분한 물 공급
- 표토층 변형지역(disturbed surface area)에 충분한 물 공급
- 건설활동이 종료되고 연속적으로 4일간 또는 그 이상 동안에 표토층 변형지역에 먼지억제제의 처리
- 도시지역 및 포장도로에의 바람진행방향에 표토층 변형상태와 경계를 이루는 지점에 바람막이의 설치
- 건설현장입구에 이르는 도로의 청소
- 자동차통행 유·출입시 깔개판의 설치(Installation of bedliners in fill import and export vehicles)
- 자재 및 기타 물건의 운반시 차량덮개 사용
- 차량이 표토층 변형지역의 통과후 포장도로로 진입하는 지점에 세륜장치의 설치
- 건설현장 진입 도로의 포장
- 가능한 한 빠른 시기에 건설현장의 모든 도로를 포장

- 포장도로로 침전물이 들어오는 것을 방지하기 위해 일시적인 수로, 모래 주머니, 연석 등의 배수시설 설치
- 표토층 변형지역의 再植生
- 면지억제제가 이용된 표토층 변형지역을 둘러싸는 안전보호 울타리 설치
- 담당자가 승인하는 기타의 다른 모든 방법

- (2) 당해 시는 ①면지저감 방안을 승인하거나, ②조건부로 저감방안을 승인하거나, 또는 ③요구되는 추가적 조치가 무엇인가를 제시하면서 제출된 면지저감방안 계획서를 승인하지 않을 수 있다. 단, 조건부로 승인된 저감방안의 경우, 신청자가 제시된 모든 조건을 준수하겠다는 동의가 있어야만 당해 저감방안이 승인된다. 그러나 신청자가 제시된 조건을 이행하겠다는 동의를 하지 않을 경우, 그 저감방안 계획서는 승인되지 않는다.
- (3) 조건부로 승인된 면지저감방안에 대해 면지제어 수준이 적정상태까지 도달되게 하기 위하여 당해 시는 다음의 하나 또는 그 이상의 추가조건을 부가할 수 있다: ①추가적인 면지저감방안, ②모니터링, ③시변 호사가 요구하는 조건을 충족시키기 위한 신용장 또는 정지작업 허가보증금의 1%에 해당하는 다른 재정적인 담보이다. 이 경우 당해 조례에 의해 제공되는 모든 담보는 신청자가 면지를 적절하게 제어하지 못했을 사태를 대비한 것이며, 만약 신청자가 면지발생원을 적절히 제어한다면 신청자에게 반납된다.
- (4) 신청자가 예외 결정에 준하는 당해 조례의 예외조항(제3장)을 획득한 경우가 아닌 모든 경우, 승인된 면지저감방안이 있어야만 당해 시로부터 정지작업과 해제작업 허가를 받을 수 있다.
- (5) 면지저감 방안의 승인이란 당해 시로 하여금 제출된 계획서상에 수록된 제반 면지저감 준수사항의 이행 여부를 점검할 수 있는 기능을 부여한 것을 의미한다.
- (6) 면지저감 방안의 승인을 받지 못한 신청자는 당해 시의 그러한 결과에 대한 공청회를 요구할 수도 있다. 이는 그러한 결정이 내려진 이후 10개월내에 담당자에게 요청하여야 한다. 적법한 공청회 절차를 통하여 면지저감 방안의 승인, 조건부 승인, 또는 승인 불허의 최종적인 결정에 도달하게 된다.
- (7) 면지저감 방안의 승인을 획득한 자는 면지제어방안 신청에 관한 증거기록을 정리하여 계획 이행기간과 계획 종료후 1년 동안 이를 보관하여야한다. 증거기록에는 면지 억제 계약을 수립한 모든 회사명과 계약 자명, 현장에서 면지제어를 위해 사용된 모든 장비명, 저감방안에서 명시하고 있는 면지농도 수준한도내 면지제어를 하고 있다는 증거(면지 억제제와 면지 제어장비 판매인), 그리고 저감방안의 이행에 소요된 비용 등이 포함된다. 이러한 제반 기록은 시의 요구에 의해 시로 제출되기도 한다.

제 6장.(적용 및 실행)

1. 건설 및 해체작업관련 조치사항

- (1) 승인된 먼지저감방안의 불이행 또는 위반은 당해 조례의 위반을 의미한다.
- (2) 위반 통지서를 수령한 후, 24시간 이내에 위반사항을 시정하지 않을 경우, 당해 시는 다음의 조치사항 가운데 하나 또는 그 이상을 취할 수 있다.
 - 소유주 또는 신청자에게 건설 및 해체작업의 금지명령을 명하는 법률적 조치를 취한다.
 - 당해 시가 담당하는 모든 종류의 추가적 허가사항을 보유하고, 소유주 또는 시행자가, 위반 통지사항에 순응하고 있음이 증명될 때까지 모든 담보의 해제를 보류한다.

2. 위반관련 제반사항

- (1) 시행하고 있는 제반 활동과 용도가 당해 조례의 규정을 따르지 않을 경우, 또는 당해 조례의 시행일로부터 6개월 이내에 먼지저감 방안을 제출하지 못했을 경우는 당해 조례의 위반사항으로 간주한다.
- (2) 현재 시행·이용되는 제반 활동과 용도를 고려하여 작성된 먼지저감 방안이 담당자(Director)의 승인을 얻지 못할 경우, 신청자는 당해 저감계획방안을 수정하여 승인불허 통지를 받은 30일 이내에 담당자에게 다시 제출해야 한다. 만약 이를 어길 경우 신청자는 당해 조례를 위반하는 것이 된다.
- (3) 먼지저감 방안이 2회 연속으로 승인불허된 때에는 당해 조례의 위반사항이 된다.
- (4) 승인된 먼지저감 방안의 항목들을 제대로 이행하지 않거나 또는 이를 어길 경우도 당해 조례의 위반사항이 된다.
- (5) 위반통지서상에 제시된 위반항목에 관하여 해당 통지서를 수령한 후 24시간 이내에 이를 시정하지 못할 경우, 당해 시는 소유주에 대해 금지명령을 내리기 위한 법률적 조치를 취할 수 있다.

제 7장.(위반·법적사항) 당해 조례상의 개별 조항을 위반하는 자는 위반사실이 당해 시 법무관(city attorney)에 의해 경범죄라고 규정되지 않는 한 법적 제재를 받게 된다. 위반사항의 법적 효력은 당해 사실이 존재하는 한, 日單位로 별도의 위반사항으로 간주된다. 경범죄는 500달러이하의 벌금이나, 6개월이하의 징역, 또는 벌금과 징역의 벌칙을 받게 된다.

제 8장.(적용원칙) 당해 조례상의 개별 조항 적용시 해당 조항이 무효판정을 받았다면, 같은 유형의 상황에 대해서 당해 조례 조항은 하등의 영향을 미치지 않게 된다.

제 9장.(유보조항) 당해 조례의 효력 개시일 이전에 발생한 위반사항의 경우, 당해 조례의 채택 또는 기타 다른 조례의 폐지(효력상실)로 인하여 위반사실의 면제부가 성립되는 것은 아니다. 당해 조례제정의 목적이 대동소이한 이상, 기존 조례의 목적을 승계한 것으로 간주한다. 다만, 당해 조례제정으로 중대한 변화가 발생하게 되면 새로운 법률제정으로 본다.

제10장.(효력발생일) 당해 조례가 채택되고 30일이 경과되면, 법적 효력을 갖게 된다.

■ 미국의 먼지저감관련 규칙(Rule 403. Fugitive Dust)

- 1976년 5월 7일 채택
- 1992년 11월 6일 수정
- 1993년 7월 9일 수정

(a) 목적: 인위적 요인에 의해 발생하는 먼지(fugitive dust)로부터 대기중에 비산·유입되는 먼지량의 제어·저감 등의 실행계획을 통하여 이를 저감하고자 한다.

(b) 적용: fugitive dust를 발생시키는 제반 활동이나 인위적 조건에 당해 규칙이 적용된다.

(c) 용어정의

1. Active actions: fugitive dust를 만들어 내는 모든 활동을 포함한다. 예를 들면, 토사작업(earth-moving) 활동, 건설/해체 활동, 차량을 이용한 이동 등.
2. Anemometers: 바람의 속도 및 방향을 측정하는 기계.
3. Bulk material: 보래, 자갈, 흙, 크기나 직경이 2인치 이하인 집합체, 그리고 기타의 유기와 무기 입자성 물질
4. Chemical stabilizers: 무독성의 화학적인 먼지 억제제를 말하며, 규정에서 허용되지 않는 것은 사용할 수 없다.
5. Constructions/demolition activities: 건축, 개조, 재건축, 해체 등의 물리적인 활동
6. Contractor: 타인과 active actions를 하기로 계약한 사람
7. Disturbed surface area: fugitive dust가 발생하기 쉽도록 된 지역을 의미한다. 단, 자연상태로 회복된 지역, 영구적인 구조로 덮여지거나 포장된 지역, 적어도 6개월동안 적어도 95%에서 식물이 자라는 지역 등은 제외된다.
8. Dust suppressants: fugitive dust의 발생을 감소시키기 위해 사용되는 물, 흡습성의 물질, 또는 무독성의 화학 안정제
9. Earth-moving activities: 整地作業, 표층 굴삭 및 복토작업, 자재 등의 하역작업, 배립, 토양을 이용한 나무 뿌리 덮개 등의 작업을 총칭함.
10. Fugitive dust: 인간의 활동에 의해 간접 또는 직접적으로 생겨나며, 배기굴뚝을 통해 나오는 공기중에 포함된 고체 입자성 물질
11. Inactive disturbed surface area: active 활동이 연속 10일동안 일어나지 않았거나, 일어나기로 되어 있지 않은 disturbed area
12. Large operations: 100 acres이상의 표토층 변화지역에서의 대규모 작업활동

13. Non-routine: 1년에 3번 이상 발생되지 않는 비정기적인 작업활동, 또는 연간 합산하여 30일동안 지속되지 않거나 또는 30일 이내에 진행되는 작업
14. Open storage pile: bulk 물질이 5% 또는 그 이상의 실트와 함께 쌓여 있으면서 완전히 덮이지 않은 상태
15. Particulate matter: 순수한 물을 제외한 물질로 표준상태에서 고체 또는 액체로 존재한다.
16. PM10: 일정한 방법에 의해 측정된 값이 직경 10 μ m이거나 그보다 작은 크기의 먼지입자
17. Property line: 어떤 지역의 경계선으로 그 지역은 배출하는 사람 또는 배출을 하도록 허가된 사람이 합법적으로 이용하거나 소유할 수 있다.
18. Reasonably available control measures: 먼지(fugitive dust)의 이동이나 배출을 막거나 감소하도록 하는데 사용되는 기술이나 공정
19. Silt: 200번짜리 체를 통과하는 직경 74 μ m이하의 골재 물질
20. Simultaneous sampling: 두개의 PM10 측정기기를 이용하여 5분 이내의 시간 간격을 두고 연속적으로 측정하는 방법
21. Stabilized surfaces: ①바람에 의한 먼지발생이 일어나지 않는 표토층 변화지역, ②자동차 통행에 의해 발생하는 먼지로 인한 시계장애가 20%를 초과하지 않는 비포장 도로표면을 의미함.
22. Unpaved roads: 비포장도로
23. Visible roadway dust: 포장도로상에서 육안으로 식별할 수 있는 모래, 흙, 짐쟁이 등의 입자성 먼지를 의미하며, 평상의 경우 진공청소기에 의해 제거될 수 있다.
24. Wind-driven fugitive dust: 표토층 변화지역상에서 바람에 의해 발생하는 식별가능한 먼지
25. Wind gust: 풍속계 측정시 최대 순간 바람속도

(d) 준수사항

1. 작업활동지역, 공공용지 또는 표토층 변화지역에서 발생하는 먼지가 먼지발생원 인근 대기중에 식별가능한 정도로 비산되지 않도록 하여야 한다.
2. 먼지발생원으로부터 그 발생을 최소로 하기 위하여 현재 이용가능한 합리적 저감대책을 강구하여야 한다.
3. 동시측정에 의한 미세먼지(PM10) 농도가 50 μ g/m³ 수준을 초과하지 않도록 하여야 한다.
4. 포장된 도로로 가시적인 먼지가 쌓이게 하면 안된다. 또한 작업을 종료한 후에는 포장된 도로 위에 쌓인 먼지를 모두 제거하여야 한다.

(e) 대규모 작업활동관련 특별 준수사항

- (1) 대규모의 작업활동을 수행하는 주체는 당해 규칙에 의하여 다음의 규정을 따라야 한다.

A. 소유권내의 면지 발생원에 대해서는 (표 1) 및 (표 2)에 명시된 조치를 취한다:

- 대규모 작업활동으로 분류된 후, 7일 이내에 행정관에게 통보한다.
- 통보내용에는 (e)(3)(A)와 (e)(3)(B)의 항목을 명시하여야 한다.
- 특별히 취한 조치는 일일 기록을 서류철로 작성·보관한다.
- 당해 기록은 최소한 6개월간 보존한다.
- 당해 기록은 행정관이 요청하면, 이에 순응하여야 한다.

B. 승인된 면지저감 방안을 획득한다.

(2) 승인된 면지저감 방안을 획득하고자 하는 자는 대규모 작업활동으로 분류된 후, 30일 이내에 행정관에게 면지저감방안 계획서를 제출하여야 한다.

(3) (e)(1)(B)에 의해 준비된 면지저감 방안에는 다음의 사항을 포함한다: 하기의 설명을 상세히 하여, 당해 면지저감 방안이 실제 작업활동 기간동안에 설치·이용되었다는 것을 증명하여야 한다.

- A. 면지저감 방안의 준비, 제출, 그리고 이행에 책임을 맡은 자의 이름, 주소, 그리고 전화번호
- B. 현장의 위치를 나타내는 지도를 포함한 작업과정의 해설
- C. 소유권 지역내에 위치한 면지 배출원들의 목록
- D. (e)(3)(B)의 면지 배출원에 적용하기에 적합한 제어방법의 설명.

(4) (e)(3)(C)의 면지 배출원 목록에 대한 면지저감방안중 하나라도 실제적용에 제한을 받게 되는 특별한 기술적 상황(예: 安全)이 발생했다면, (e)(3)(D) 대신에 그러한 판단의 근거가 되는 설명을 덧붙여야 한다. 이러한 설명에는 유용한 면지저감방안이 실행될 수 없는 이유를 설명하여야 한다.

(5) (e)(1)(B)에 의해 행정관에게 제출된 면지저감 방안은 30일 이내에 승인, 조건부 승인, 또는 승인불허를 書面 결정한다. 이 경우 다음의 세가지 조건을 충족시켜야 한다.

- A. 모든 면지 발생원이 명시되어야 한다. (예를 들면, 표층 변화, 공공용지, 비포장도로의 차량, 기타)
- B. 명시된 배출원에 대해, 적어도 하나의 면지저감 방안이 시행되거나, 또는 (e)(4)에 근거한 설명이 제공되어야 한다.
- C. 면지저감 방안이 취해진 이후에 소유권 경계내로 가시적인 면지발생이 일어났다면, 즉각적인 실행을 위한 대비책이 명시되어야만 한다.

(6) 조건이 충족된다면 조건부 승인은 이루어지나, Rule 403 실행 안내서에 포함된 모든 내용을 충분히 만족

시키는 방안은 아니다. 먼저저감 방안이 조건부로 승인된다면, 수정제안된 조건들은 (e)(3)(A)에 제시된 관계인에게 서류상으로 제공된다. 그러한 수정제안은 조건부 승인이나 승인불허의 통지를 받은 30일 이내에 첨부되어야 한다. 수정제안 내용이 당초의 먼저저감방안 계획서에 통합적으로 연계된다는 의견서를 행정관에게 송부하는 일련의 과정은 계획안 승인의 결정적 요소로 작용하게 된다.

(7) 행정관에 의해 먼저저감 방안이 승인불허 판정을 받는 경우:

- A. 신청자에게 승인불허의 사유를 문서상으로 제공해주어야 한다.
- B. 승인불허 통지를 받은 7일 이내에 신청자는 소유지역내의 각 먼저 발생원에 대한 (표 1)과 (표 2)의 조치들을 취하여야 한다.
- C. 신청자는 승인불허 통지를 받은 후에, 먼저저감 방안을 다시 제출해야 한다. 그러나, 당해 저감방안이 승인되기 전까지는 (e)(7)(B)의 조치를 따라야 한다.

(8) 승인 또는 조건부 승인된 먼저저감 방안 가운데 어떠한 규정이라도 위반한다면, 그것은 (e)의 위반사항으로 간주된다.

(9) 모든 승인된 방안은 승인된 그 날로부터 1년간 유효하며, 해마다 유효기간이 종료되기 60일전까지는 방안을 다시 제출해야 한다. 그렇지 않을 경우 완료되는 시점이전의 방안은 효력을 상실하게 된다. 모든 먼저 발생원과 먼저저감 방안들이 이전에 승인 받은 저감방안과 동일하다면, 다시 제출할 때에는 '이전과 동일'이라는 간단한 문구를 사용할 수도 있다. 그렇지 않을 경우, (e)(3)(A)에서 (e)(3)(D)까지의 모든 항목을 명시해 주어야 한다.

(10) (e)(1)의 조건을 더 이상 준수하여야 할 필요가 없는 자, 그리고 1년 동안만 이를 준수하여야 할 자는 대규모 작업활동이 소규모 작업단위로 재분류될 것을 요청하여야 한다. 이를 위해, 표토층 변화지역, 지표면 변화 또는 작업과정에서의 조건을 대규모 작업활동범위 수준이하까지 감소하겠다는 조건을 명시한 요청서를 행정관에게 제출하여야 한다. 대규모 작업활동의 범주는 연속되는 12개월을 초과하지 않는다는 것을 명심하여야 한다. 행정관은 재분류 요청서를 받은 60일 이내에 승인 또는 승인불허의 결정을 내려야 한다. 행정관에 의해 불허판정이 내려지는 경우는 제시되어진 변화들로도 여전히 대규모 작업활동 범주에 포함될 때이다. 재분류 요청이 승인된 자는 더 이상 (e)의 항목들을 준수할 필요가 없게 된다. 그러나 만약 대규모 작업활동단위로 재분류 된다면 (e)의 항목들을 다시 준수하여야 한다.

(11) 상호 분리된 장소에서 1곳 이상의 대규모 작업활동사업을 추진하는 자의 경우, 다음의 조건을 충족시킨다면, 복수의 작업단위를 총괄하는 단일의 먼저저감방안 계획서를 제출할 수도 있다.

- A. 방안의 모든 내용이 모든 장소에 유사하게 적용될 수 있는 경우
- B. 소유지역내의 모든 면지 배출원의 목록, 작업과정의 설명, 당해 지역의 지도·주소 등을 포함한 각각의 장소에 대한 구체적인 정보를 제공할 경우

(f) 효력의 발생: 당해 규칙의 모든 개정된 조항들은 본 개정안이 채택되면 법적 효력을 갖게 된다. (e)조항에 의거하여 개정법의 채택 이전에 승인 또는 조건부로 승인된 모든 면지 배출원 저감방안은 여전히 효력을 갖게 되며, 또한 저감방안의 승인 날짜 역시 영향을 받지 않는다. 당해 개정안에 따라 면지저감 방안의 수정변화가 필요한 경우라도, (e)(9)조항에 의한 매년 재제출 기간까지는 요구되지 않는다.

(g) 면제조항

(1) 다음의 경우는 당해 규칙의 적용대상에서 제외된다.

- A. 농업과 관련된 작업
- B. 거주지역에 있는 0.5에이커 넓이의 표토층 변화지역
- C. 삶의 위협을 느끼는 긴급 상황, 제양 또는 주의 긴급상황으로 공인되는 제반상황하에서의 모든 실제적 작업활동
- D. 공급이 두절된 응급상황하에서 전기, 천연가스, 전화, 물, 하수도 등을 공급하기 위해 필요한 부대시설 이용시에 일어나는 실제적 작업활동
- E. 계약기간이 끝난 다음의 계약을 체결한 자. 단, 원래의 계약자가 계약기간 동안에 적절한 면지저감 방안을 수행했을 경우에 한한다.
- F. 토양층 변화작업기간의 계약기간이 종료되고, 그 다음의 실제적 작업활동 기간동안의 모든 整地作業 계약자. 단, 마지막 정지작업 조사후의 5일을 포함한 전 기간에 걸쳐 적절한 면지 저감방안을 실행한 경우에 한한다.
- G. 주나 시의 결정 또는 소방서에 의해 실시되는 잡초제거 작업시에 다음의 경우가 해당된다.
 - i. 땅위로 3인치의 잡초 그루터기만 남기기 위해 실시하는 베기, 자르기 등의 작업
 - ii. 토양을 교란시키는 행위가 제시된 다음의 조건하에서 이루어질 때

(2) (d)(1)과 (d)(3)의 항목은 아래의 경우에는 적용되지 않는다.

- A. 최대순간 바람속도가 시속 25마일 이상인 경우이며, 다음의 사항을 의미한다.

- i. (표 1)에 명시된 바와 같이, 고속의 바람 조건하에서 현재 합리적으로 인정되는 이용가능한 저감방안이 먼지형태별로 적용될 때
- ii. (e)(1)(A)(iii), (e)(1)(A)(iv), 그리고 (e)(1)(A)(v)의 항목에 따라 기록이 유지될 경우
- iii. 안전을 포함한 기술적인 사유가 발생하여, (표 1)에 제시된 조치를 실행할 수 없는 경우에는 "High Wind Fugitive Dust Control Plan" (HW-Plan)을 제출해야 하며, 먼지저감 방안의 차선택을 제시하여야 한다. 그러나 당해 저감방안 역시 (e)(5)와 (e)(6)조항에 명시된 동일한 승인조건을 준수하여야 한다.

B. 다음의 경우에 해당되는 비포장 도로

- i. 비포장 도로가 바람을 발생시키는 장비(wind-generating equipment)의 유지를 위하여 이용될 경우
- ii. 다음의 조건을 만족하는 경우
 - 도로를 경유한 모든 지점에서의 폭이 50피트 이하
 - 소유권 경계선(property line)에서 25피트 이내
 - 1일 차량 통행량이 20대 이하일 때

C. 모든 실제적 작업활동, 공공용지, 또는 표토층 변화지역 등에서의 먼지저감 방안이 연방의 멸종동물보호법(Endangered Species Act)과 상충될 경우

D. 홍수방지용 수로와 저습지 등의 긴급 또는 필요한 상황에서의 유지관리 경우

(3) (d)(1), (d)(2)와 (d)(3)의 항목은 다음의 경우에 적용되지 않는다.

- A. 캘리포니아의 산업 안전국에 의해 허가된 폭파 작업
- B. 활동사진, T.V., 비디오 등의 시각적 촬영효과를 위하여 먼지 배출이 필요한 경우에 해당되며, 이러한 경우 72시간 전에 행정관에게 관련 통지서를 제출하여야 한다.

(4) (표 2)에 명시된 바와 같이, 먼지저감 방안이 개별 먼지 배출원에 의하여 규정대로 수행된다면, (d)(3)의 조항은 적용되지 않는다. 이러한 예외적용을 원하는 자는 다음의 사항을 지켜야 한다.

- A. 실제적 작업활동과정, 모든 먼지 배출원의 형태, 그리고 (표 2)에 제시된 제반 조치들에 관한 기록의 유지
- B. 당해 기록사항의 최소한 6개월간 유지
- C. 행정관이 당해 기록을 요구할 경우, 이를 제시하여야 한다.

(5) (d)(4)의 조항은 공공 포장도로의 지표면 덮개관련 사항에는 적용되지 않는다.

(6) (e)의 항목은 다음의 경우에는 적용되지 않는다.

- A. 국립 공원, 국립 기념관, 숲, 주립 공원, 주립 유원지, 그리고 지역 공원 등을 포함한 공식적으로 설계된 공원과 유원지역
- B. 작업시작 후 60일 이내에 종료될 수 있는 모든 건설과정과 토층변화 활동이 포함되며, 이러한 예외사항을 위해서는 다음의 각호를 준수하여야 한다.
- 대규모 작업단위로 분류된 이후 7일 이내에 행정관에게 통지서를 제출하여야 한다.
 - 통지서에 (e)(3)(A)와 (e)(3)(B)에 명시된 사항을 포함시킨다.
 - 대규모 작업단위로 분류된 후 60일 이상 작업이 진행될 경우에는 (표 1)과 (표 2)의 조치들을 취하여야 한다.
- C. 모든 대규모 작업단위의 경우 먼지저감 조치가 채택된 시·지방정부에 먼지저감 방안 계획서를 제출하여 승인을 얻어야 한다. 이에 대한 예외적용을 원하는 자는 당해 규칙의 효력이 발생하는 30일 이내 또는 시·지역정부의 승인을 받은 30일 이내에 행정관에게 시·지역정부가 승인한 먼지저감 방안 계획서의 사본을 제출하여야 한다.
- D. Rule 1158의 영향을 받는 대규모 작업단위는 먼저 동 규칙에 의거하여 먼지저감 방안의 승인을 받게 되어 있다. 이 경우, 모든 먼지 배출원 관련사항은 Rule 1158 방안에 포함되어야 한다.

(h) 소요비용

- (1) (e)(1)(A) 또는 (g)(2)(A)(iii)조항에 의해 먼지저감 방안을 제출하는 자는 Rule 306에 따라 소요비용을 산정한다. (e)(1)(A)와 (g)(2)(A)(iii)에 의해 동시에 저감방안을 제출하였을 경우, 당해 규칙의 목적에 따라 단일의 저감방안을 제출한 것으로 본다.
- (2) (e)(9)조항에 의해 이전과 동일한 년차 보고서를 제출했을 경우, 년차 심사로 볼 수 없으며, 따라서, Rule 306에 의거하여 년차 심사비용을 지불하지 않는다.
- (3) 행정관이 (d)(3)조항에 의해 PM10의 상황과 하향 관측을 실시하는 모든 시설의 소유자는 Rule 304.1에 준하여 대기분석요금을 산정하게 된다. 이러한 요금은 (d)(3)조항의 요구조건을 충족시키거나, 또는 (d)(3)조항의 예외조건에 해당되는 시설에는 해당되지 않는다.

(표 1) Reasonably Available Control Measures for High Wind Conditions

Fugitive Dust Source Category	Control measures
Earth-moving	(1A) 모든 운영을 중지 (2A) 흙을 옮기기 전에 15분이상 물을 가한다.
Disturbed surface areas	(0B) 4일이상 운영을 하지 않을 경우나 또는 휴일, 주말전날은 안정제를 혼합한 물을 가해준다. (1B) 바람이 일기전에 화학안정제를 가한다. (2B) unstabilized disturbed areas는 하루에 3번씩 물을 가해준다. (3B) (표2)의 3c를 실시 (4B) 모든 disturbed areas에 대한 2~4의 사항을 혼합·사용할 수 있다.
Unpaved roads	(1C) 바람이 불기전에 화학안정제를 가한다. (2C) 운영중에 한시간에 한번씩 물을 가해준다. (3C) 모든 차량의 운행을 중지한다.
Open storage piles	(1D) 시간당 한번씩 물을 뿌린다. (2D) 임시 덮개를 설치한다.
Paved road track-out	(1E) 모든 운반차량의 덮개는 덮어둔다.

(표 2) Dust control actions for exemption from paragraph (d)(3)

Fugitive dust source category	Control Actions
Earth-moving(except construction cutting and filling areas, and mining operations)	(1a) 토양의 수분을 최소 12%까지 유지 (1a-1) 모든 property lines에서 100feet이상에 있는 earth moving은 물을 가해줌으로써 가시적인 먼지가 모든 방향으로 100feet이상을 넘지 않도록 한다.
Earth-moving; Construction fill areas	(1b) 토양의 수분이 최소 12%까지 유지되도록 한다.
Earth-moving; Construction cut areas and mining operations	(1c) 물을 가해줌으로써 가시적인 먼지입자가 100feet를 넘지 않도록 한다.
Disturbed surface areas(except completed grading areas)	(2a/b) stabilized surface를 유지하기 위해 dust suppressants를 충분히 사용한다.
Disturbed surface areas; Completed grading areas	(2c) grading 작업을 하는 5일동안은 화학안정제를 사용한다. (2d) inactive disturbed area의 적어도 70%의 수분을 가해 주거나 운영이 끝난 후 30일 이내에 식물을 심어준다.
Inactive disturbed surface areas	(3a) 최소한 70%의 수분을 유지 (3b) stabilized surface를 유지하기 위해 충분한 dust suppressants를 사용한다. (3c) inactive disturbed area의 적어도 70%의 수분을 가해 주거나 운영이 끝난 후 30일 이내에 식물을 심어준다. (3d) 모든 inactive disturbed surface 지역에 대해 위의 3가지를 적절히 조합하여 실시할 수 있다.
Unpaved Roads	(4a) 하루에 적어도 3번은 차량통행에 이용되는 도로에 물을 가해준다. (4b) 날마다 도로에 물을 가해주고, 시간당 15마일의 속도를 넘지 않도록 제한한다. (4c) stabilized 지역으로 유지하기 위해 화학안정제를 충분히 사용한다.
Open storage piles	(5a) 화학안정제를 이용한다. (5b) 적어도 70%의 수분유지를 위해 물을 사용한다.

■ 미국의 먼지저감관련 규칙(Rule 403.1 Wind Entrainment of Fugitive Dust)

· 1993년 1월 15일 채택

(a) 목적: 당해 규칙은 인위적인 먼지 발생원으로부터 발생된 미세먼지 입자가 대기중으로 비산되는 과정을 방지 또는 억제하고자 규정한 것이다.

(b) 적용: 당해 법칙의 모든 규칙은 풍속이 시속 25마일이상일 때 코첼라밸리시에서의 먼지를 발생시킬 가능성이 있는 모든 작업활동에 적용된다(비포장도로의 먼지는 제외).

(c) 용어정의

1. Active actions: fugitive dust를 만들어 내는 모든 활동을 포함한다. 예를 들면, 토사작업(earth-moving) 활동, 건설/해체 활동, 차량을 이용한 이동 등.
2. Anemometers: 바람의 속도와 방향을 측정하는 기계.
3. Bulk material: 모래, 자갈, 흙, 크거나 직경이 2인치 이하인 집합체, 그리고 기타의 유기와 무기 입자성 물질
4. COACHELLA VALLY: Rule 103, (h)에서 언급하고 있는 강변지역(Riverside County)
5. COACHELLA VALLY BLOWSAND ZONE: I-10 고속도로의 중심부를 기점으로 양방향으로 10마일 거리 정도의 벨트형 지역을 의미함.
6. Construction/demolition Activities: 건축, 개조, 재건축, 해체 등의 물리적인 활동으로 예를 들어 다음과 같은 것이 있다. 정지작업, 굴착, 선적, 파쇄, 절단, planing, shaping 또는 ground breaking
7. Disturbed surface area: fugitive dust가 발생하기 쉽도록 된 지역을 의미한다. 단, 자연상태로 회복된 지역, 영구적인 구조로 덮여지거나 포장된 지역, 적어도 6개월동안 적어도 95%에서 식물이 자라는 지역 등은 제외된다.
8. Contractor: 타인과 실제 작업과정을 이행하기로 계약한 사람
9. Disturbed surface area: 인간의 활동에 의해 물리적으로 변화되거나, 불안정화, 또는 기타의 변형으로 인해 본래의 자연상태에 변화가 생긴 지역을 말한다. 그러나, 본래의 상태로 재생된 지역이나, 또는 농업에 이용되는 토지는 포함되지 않는데, 이런 지역의 토양의 조건은 근처의 자연적인 상태와 유사하기 때문이다.

10. Dust Suppressants: 먼지를 감소시키기 위해 사용되는 물, 흡습성 물질, 또는 무독성 화학안정제를 말한다. 무독성 화학안정제는 지역의 수질보전국을 비롯해 여러 법이나 규정에서 금지하는 것은 사용할 수 없으며, 연방, 주 그리고 지역 수질국에서 요구하는 규정, 법주 또는 시험들을 충족시켜야 한다.
11. Earth-moving activities: 整地作業, 표층 굴삭 및 복토작업, 자재 등의 하역작업, 매립, 토양을 이용한 나무뿌리 덮개, 경작 등의 작업을 총칭함.
12. Fugitive dust: 인간의 활동에 의해 간접 또는 직접적으로 생겨나며, 대기중에 배출되는 고체상태의 입자성 물질
13. Non-route: 일년에 3번이하로 실시되는 비정기적인 작업으로 연간 계속해서 30일이하로 지속되며 앞으로 30일이하의 작업을 필요로 하는 것
14. On-site: 소유지역내 또는 행정관이 인정한 지역내
15. Open storage pile: 실트가 5% 또는 그 이상 포함된 bulk material로 완전 밀폐, 덮개 또는 화학적인 안정화가 되지 않은 상태로 그 높이가 5피트 또는 그 이상, 면적이 150 제곱피트 또는 그 이상 축적되어 있는 상태를 말한다. ASTM Method C-136에 의해 분석함으로써 실트가 5% 이하라는 것을 확인하지 않는 한, 실트의 양은 5% 또는 그 이상으로 추정한다. ASTM Method C-136에 의한 결과는 시료를 취한 후 60일 이내에 이루어져야 유효하다.
16. Particulate matter: 순수한 물을 제외하고는 표준상태에서 고체 또는 액체 두가지 형태로 존재하는 물질
17. PM10: 연방과 주정부의 표준방법에 의해 측정했을 때 그 직경이 10마이크론이나 그 이하인 먼지입자
18. Property line: 먼지를 배출할 수 있는 지역의 경계를 의미하며, 그러한 소유권은 하나 또는 그 이상의 전차로 구성되고, 소유권 경계선은 모든 전차원 지역을 나누는 경계로 일컬어진다.
19. Silt: 200번 체로 측정했을 때 그 직경인 75마이크로 이하의 크기를 갖는 집합물질
20. Stabilized surface: 한 때는 표층변화지역이었으나 먼지 억제제를 처리함으로써 표면이 굳어가는 증거를 보이는 것을 말한다.
21. Unpaved road dust: 비포장도로상에서 차량에 의해 발생하는 먼지
22. Unpaved roads: 콘크리트, 아스팔틱 콘크리트, 또는 아스팔트 등으로 포장되지 않은 땅으로 된 도로
23. Wind-driven fugitive dust: 표토층 변화지역에서 바람이 불 때만 발생하는 가시적인 먼지
24. Wind gust: 풍속계 측정시 최대 순간 바람 속도

(d) 준수사항

- (1) Rule 403에 영향을 받는 차와 실제적 작업활동지역, 공공용지, 또는 표토층 변화지역 등의 관리책임자, 그리고 Rule 403, (g)(2)(A)조항에 따른 예외사항을 따르거나 하는 차는 풍속이 시속 25마일 초과여부를 알아보아야 한다. 풍속결정은 지역의 기상예보나 (e)조항에 제시되어 있는 현장에서 풍속계를 사용하여 알 수 있다.

(2) 코첼라밸리시 블로우샌드지역에서 작업을 할 경우, 24시간 새로 만들어진 bulk material 침전물을 안정화 시켜야 한다. 안정화 작업은 다음에서 제시되는 것 가운데 하나를 실시한다.

- A. 바람으로 인한 먼지가 발생시에 bulk material 침전물에 적어도 하루에 세번씩 표면적의 70%에 해당하는 물의 공급
- B. 최소한 6개월 동안의 표층 안정화를 유지하기 위하여 적절한 농도의 화학적 먼지억제제의 사용
- C. bulk material 침전물이 있는 지역의 최대 바람 순간속도를 시속 25마일이하로 감소시키기 위하여 바람 차단막의 설치

(3) 실제적 작업활동과정이 최소한 30일간 이루어지지 않을 경우에는 표토층 변화지역으로부터의 먼지 발생을 줄이기 위하여 Rule 403의 (표 2)에 제시된 조치를 취할 수 있다.

(4) 농사와 관련하여 경작 또는 토양의 멀칭(뿌리덮개)은 시속이 25마일이상일 경우에는 삼가야 한다. 풍속은 일기예보나 (e)조항에 나타나 있는 대로 풍속계 이용을 통해 결정한다.

(e) 이행필요사항

(1) 풍속이 시속 25마일을 초과하는지 여부를 결정하고자 할 때는 다음 사항을 참고한다.

A. 현장용 풍속계를 갖춘 시설

- 풍속계가 연속 30분간 시속 25마일 이상의 속도에서는 적어도 2회의 순간최대속도를 나타낸다. 시속이 25마일이하일 경우는 연속되는 30분 동안에 시속 25마일을 초과하는 순간최대속도가 발생되지 않는다.

B. 현장용 풍속계가 없는 시설

- 풍속이 시속 25마일 이상일거라는 예보가 코첼라밸리시에 내려지면, 예보가 유효한 동안에는 이러한 사항이 종일 적용된다.(행정관은 풍속이 시속 25마일을 초과할지를 기상자료를 통하여 미리 결정하여야 하며, 예상되는 바람의 일일 예보를 행하여야 한다. 그러한 일기예보 자료는 지역본부에서 관리하고 대중에게 알려진다.)
- 풍속이 시속 25마일 이상일거라는 예보가 없었고, 먼지 배출원에서 적어도 100피트 떨어진 곳에서의 먼지 발생이 눈에 보인다면, 이것은 바람으로 인한 먼지(wind-driven fugitive dust)임을 알 수 있다.

(2) 현장용 풍속계를 설치하여야 하는 자

- A. 풍속계 설치후 적어도 10일 이내에 행정관에게 그 사실을 통보하여야 한다. 통보시에 포함되어야할 내용으로는 District's Rule 403.1 "이행안내서(Implementation Handbook)"상에 명시된 대로 설치자의 이름, 주소, 전화번호, 장비의 설명 그리고 처음 운전한 날짜 등이다.
- B. 하루에 한시간 이상 풍속계의 정지, 이상발생, 또는 잘못된 자료를 나타내게 되면, (e)(1)(B)조항에 따라 풍속을 결정한다.

(f) 기록보관

- (1) 당해 조례에 의하면 일일 기록자료를 정리하도록 하고 있다. 이러한 자료는 실제적 작업활동이 종료한 후, 60일 이내에 행정관에게 제출하거나 또는 공사가 계속중일 경우에는 1년 이상 보관하다가 행정관이 요청하면 제출하도록 한다. 동 자료는 다음의 사항을 포함한다.

- A. 소유자/운영자의 이름, 주소, 그리고 전화번호
- B. 실제적으로 작업활동이 이루어진 날짜
- C. 현장의 위치
- D. 작업의 형태

- (2) 현장용 풍속계를 설치하도록 결정된 자도 (f)(1)조항에 의한 기록을 정리·보관하여야 하며, 동 기록에는 다음의 내용을 포함하여야 한다.

- A. 풍속계의 위치, 판매인, 모델명, 일련번호
- B. 실제적 작업활동과정이 이루어지는 시간동안에 시속 25마일 이상의 순간최대 바람속도가 발생한 시간

- (g) 효력의 발생: 당해 규칙의 제반 규정들은 1993년 3월 1일부터 효력을 발생하게 된다.

(h) 면제조항

- (1) 당해 규칙은 1975년의 노천탄광 및 자원회복법(SMARA; Surface Mining and Recovery Act)의 조항에 의거하여 이미 종료되었거나 폐광기의 노천탄광 작업과정에는 적용되지 않는다. 단, 이는 소유주가 SMARA 재개발 계획을 시행하고 또한 당해 규칙에서 적용되는 조항과 최소한 상충하는 내용이 적용되는

경우에 한정한다.

(2) (d)(2)조항과 (d)(3)조항의 규정은 다음의 경우에는 해당되지 않는다.

- A. 먼지방지 또는 저감방안이 멸종동물보호법(Endangered Species Act)과 충돌하는 실제적 작업활동과정, 공공용지, 또는 표토층 변화지역 등.
- B. 표토층 변화지역 또는 2500제곱 피트 면적이하 지역의 bulk material 침적지역
- C. 홍수제어를 위한 해협과 물이 흐르는 유역의 긴급 보수

(3) (d)(3)조항 규정은 고도의 침식성 토양과 관련된 1985년의 식량 안전법(Food Security Act)의 조항을 따르고 있는 농업지역에는 적용되지 않는다. 단, 토양의 침식성 정도는 미국의 토양 보전국(U.S. Soil Conservation Service)에 의해 결정된다.

(4) 다음의 경우 (d)(4)조항의 규정을 따르지 않는다.

A. 다음의 조건하에서의 경작 또는 밭칭 작업

- 당해 규칙에서 금지하는 사항이 실제 작업활동이 행해진 6시간 또는 그 이상의 시간시점중 이를 앞선 연속일중 한날에 해당되면, 하루의 예외가 허용된다.
- 당해 규칙의 금지조항이 한달동안 60시간 또는 그 이상의 실제 작업활동 누적시간동안에 일어났다면 당해 달의 나머지 일수는 예외가 허용된다.
- 강우 기간동안에도 예외가 허용된다.

B. 경작활동은 결과적으로 바람으로 인한 먼지발생량이 감소하게 한다. (이러한 예외는 경작용 토양의 경우 바람으로 인해 발생하는 먼지가 식별이 되지 않으며, 동일한 농업용 토지를 대상으로 비경작용 토양에서 는 먼지발생이 식별가능할 때에만 적용된다.)

시정연 97-R-18

서울시 미세먼지 저감 및 관리방안 연구

發行人 서준호

發行日 1997年 10月 31日

發行處 서울市政開發研究院

100-250 서울특별시 중구 예장동 산4-5

전화 : (02)726-1105 팩스: (02)726-1110

ISBN 89-8052-109-X

本 出版物의 版權은 서울市政開發研究院에 속합니다.

