현안과제연구

Issue Report

2024. 10. 31.

조리시설 대기오염물질 배출특성 및 적용기술 조사

김 종 범

충남연구원 기후변화대응연구센터 책임연구원

kjb0810@cni.re.kr

황 규 철

충남연구원 기후변화대응연구센터 연구원

kchwang@cni.re.kr

본 연구는 최근 이슈가 되고 있는 조리시설에 대한 미세먼지 및 악취관리를 위한 사업추진에 앞서 정책 이슈와 기술현황을 파악함으로서 사업추진에 대한 기초자료 제공에 목적이 있음

CONTENTS

1. 연구배경 및 목적
2. 정책 및 연구동향
3. 조리시설 대기오염물질 배출특성
4. 조리시설 배출 오염물질 관리기술
5. 조리시설 방지시설 설치지원사업 방향성 검토
6. 정책제언

요 약

○ WHO에서는 매년 380만명이 실내공기오염으로 조기사망하고 있으며, 이에 대한 주요 요인으로 생물성연소와 가정 내 화석연료 사용을 제시함

○ 조리과정에서 배출되는 다양한 오염물질은 건강에 악영향을 미치며, 최근 조리시설이 생활환경 중 악취유발시설로 인식되면서 관리 중요성이 부각되고 있음

○ 환경부에서는 '24년 조리시설에 대한 방지시설 설치지원 사업을 추진 중에 있으며 현재 수립중인 권역별 대기환경관리 기본계획에도 '29년까지 전국적으로 100개 조리시설을 대상으로 개선사업을 추진할 예정임

○ 서울과 경기도에서는 '10년부터 조리시설 설치지원 사업을 추진해오고 있으나 단순히 설치지원에만 머물러 향후 지속적인 시설관리가 필요한 것으로 나타남

○ 조리시설에서 배출되는 대기오염물질 관리를 위해 전기집진기와 활성탄을 이용한 하이브리드 설비가 주로 적용되고 있으며, 효율도 우수한 것으로 보고되고 있음

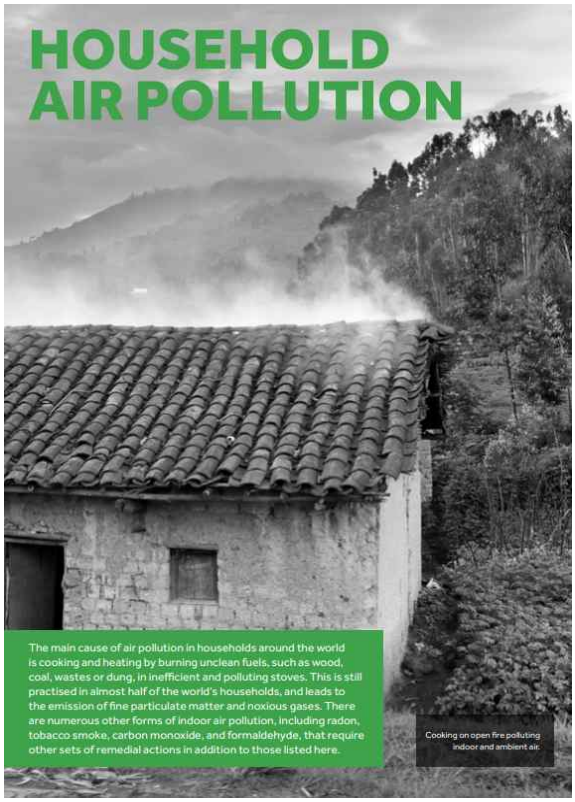
○ 향후 과련 지원사업의 연속성과 추진 타당성 확보를 위해 지원시설에 대한 개선효과 분석과 중장기적인 관리 방안 마련이 필요할 것으로 판단됨

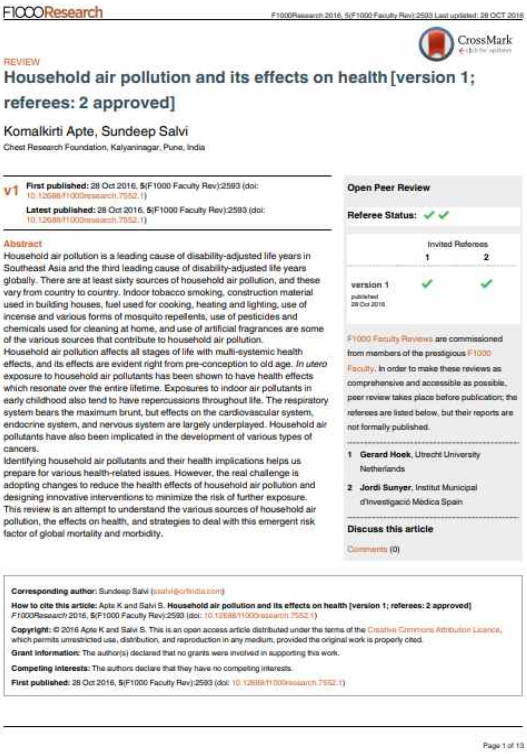
충남연구원 ChungNam Institute

01 연구배경 및 목적

1. 연구배경 및 목적

- 국제보건기구(world health organization, WHO)를 비롯하여 다양한 국제기구에서는 대기오염 노출에 의한 건강피해를 우려하고 있으며, 매년 700~800만 명이 대기오염으로 인해 조기 사망하는 것으로 보고하고 있음(WHO, 2024)
- 유럽연합(untied union, UN)은 전 세계 인구의 99%가 WHO에서 제안한 초미세먼지(particulate matter less thane 2.5 ㎛, $PM_{2.5}$) 가이드라인보다 열악한 환경에서 생활하고 있다고 발표(UN, 2023)
- 국제 공기청정기 기업인 IQAir에서는 실시간으로 전 세계도시의 공기질 순위를 제공하고 있는데 아시아와 중동지역의 공기질이 나쁜 것으로 나타나고 있으며, 대한민국의 경우 주요 도시 3개(인천 64위, 부산 70위, 서울 75위)가 대기질이 나쁜 상위 100위 안에 포함되어 있음
- 가정에서 실내공기오염으로 매년 380만 명이 조기 사망하며, 이들은 중 흡연을 하지 않은 가정주부와 5세 이하의 어린이들이 다수 포함되어 있고, 도시화가 덜 진행된 중동과 아시아 지역에서 다수 발생하는 것으로 보고하고 있음
- 생활부분에서 가장 큰 건강피해를 야기하는 것은 조리를 포함한 생물성연소, 가정 내 화석연료의 사용으로 나타남




F1000Research

REVIEW

Household air pollution and its effects on health [version 1; referees: 2 approved]

Komalkirti Apte, Sundeep Salvi

Chest Research Foundation, Kalyaninagar, Pune, India

v1 First published: 28 Oct 2016, 5(F1000 Faculty Rev):2593 (doi: 10.12688/f1000research.7552.1)

Latest published: 28 Oct 2016, 5(F1000 Faculty Rev):2593 (doi: 10.12688/f1000research.7552.1)

Abstract

Household air pollution is a leading cause of disability-adjusted life years in Southeast Asia and the third leading cause of disability-adjusted life years globally. There are at least sixty sources of household air pollution, and these vary from country to country. Indoor tobacco smoking, construction material used in building houses, fuel used for cooking, heating and lighting, use of incense and various forms of mosquito repellents, use of pesticides and chemicals used for cleaning at home, and use of artificial fragrances are some of the various sources that contribute to household air pollution.

Household air pollution affects all stages of life with multi-systemic health effects, and its effects are evident right from pre-conception to old age. *In utero* exposure to household air pollutants has been shown to have health effects which resonate over the entire lifetime. Exposures to indoor air pollutants in early childhood also tend to have repercussions throughout life. The respiratory system bears the maximum brunt, but effects on the cardiovascular system, endocrine system, and nervous system are largely underplayed. Household air pollutants have also been implicated in the development of various types of cancers.

Identifying household air pollutants and their health implications helps us prepare for various health-related issues. However, the real challenge is adopting changes to reduce the health effects of household air pollution and designing innovative interventions to minimize the risk of further exposure. This review is an attempt to understand the various sources of household air pollution, the effects on health, and strategies to deal with this emergent risk factor of global mortality and morbidity.

Open Peer Review

Referee Status: ✓ ✓

	Invited Referees 1	2
version 1 published 28 Oct 2016	✓	✓

F1000 Faculty Reviews are commissioned from members of the prestigious F1000 Faculty. In order to make these reviews as comprehensive and accessible as possible, peer review takes place before publication; the referees are listed below, but their reports are not formally published.

1 Gerard Hoek, Utrecht University Netherlands

2 Jordi Sunyer, Institut Municipal d'Investigació Médica Spain

Discuss this article

Comments (0)

Corresponding author: Sundeep Salvi (ssalvi@orfindia.com)

How to cite this article: Apte K and Salvi S. Household air pollution and its effects on health [version 1; referees: 2 approved] *F1000Research* 2016, 5(F1000 Faculty Rev):2593 (doi: 10.12688/f1000research.7552.1)

Copyright: © 2016 Apte K and Salvi S. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licence, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Grant information: The author(s) declared that no grants were involved in supporting this work.

Competing interests: The authors declare that they have no competing interests.

First published: 28 Oct 2016, 5(F1000 Faculty Rev):2593 (doi: 10.12688/f1000research.7552.1)

Page 1 of 13

<그림 1> 실내조리 등에 의한 건강피해와 영향 관련 자료들

○ 이처럼 실내조리시 배출되는 오염물질에 의한 건강피해가 큰 것으로 나타나면서 조리과정에서 배출되는 대기오염물질에 대한 조사가 다수 진행되고 있음

○ 조리과정에서 연료로 사용되는 천연가스, 나무, 석탄 등은 연소를 통해 다양한 대기오염물질을 배출하며, 이들은 밀폐된 공간에서 희석·확산되지 못하고 재실자 호흡을 통해 인체 내부로 유입되어 호흡기 및 폐, 심혈관에 악영향을 미칠 수 있음(Tormey et al, 2023; Apte and Salvi, 2016)

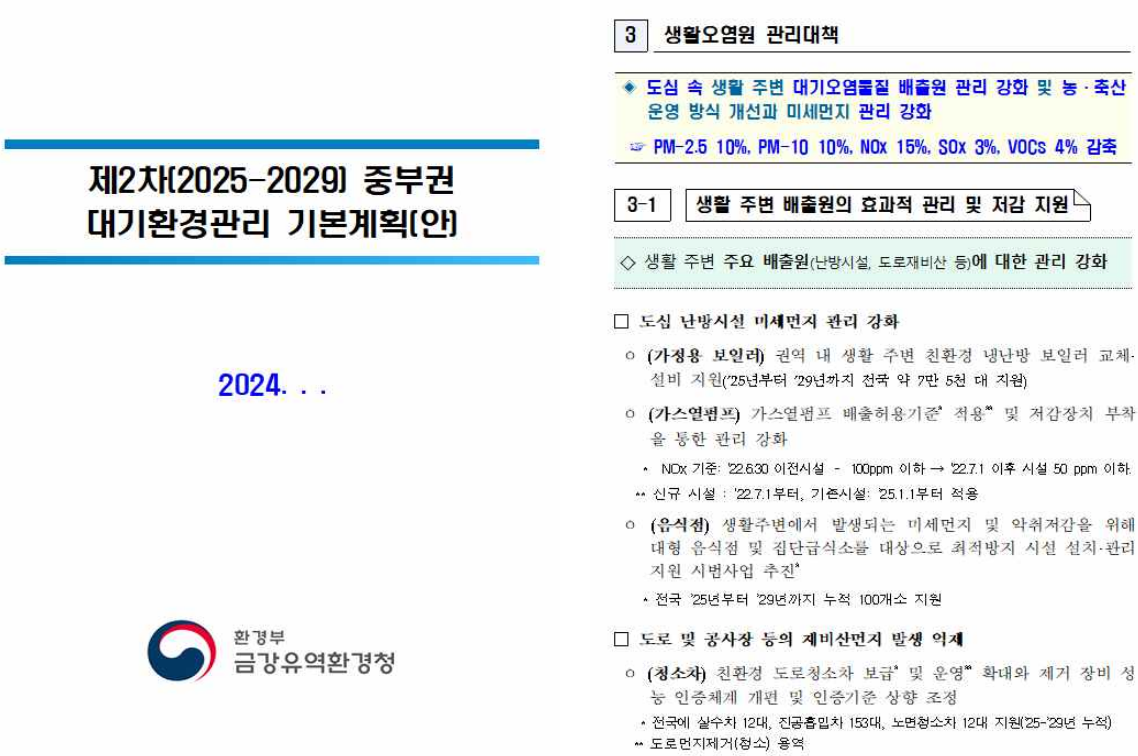
○ 국내에서는 2016년 실내에서 고등어와 삼겹살 조리시 수천 $\mu g/m^3$ 수준의 $PM_{2.5}$가 발생하며, 이는 실내 $PM_{2.5}$ 공기질을 악화시키는 주범으로 작용할 수 있다는 기사가 보고되면서 환경부 차원의 반박 보도자료가 배포되는 등 이슈가 되기도 하였음(환경부, 2013)

○ 국내 소비패턴의 변화로 쌀 등의 곡식 소비량이 감소한 반면 돼지, 닭 등

육류의 소비량이 증가하고 있으며, 이들을 조리하는 음식점들이 생활 속 곳곳에 위치하게 되었음

○ 직화구이를 주로하는 조리시설의 경우 과거에는 배출시설이라는 인식이 저조하였으나 최근 관련 시설에 대한 민원이 증가함에 따라 도심지역 생활악취 문제와 함께 관리 필요성이 제시되기 시작하였고, 직화과정에서 발생되는 오염물질에 대한 관리 필요성이 제기되고 있음

○ 2019년 관계부처 합동으로 미세먼지 개선과 대기질 관리를 위해 “미세먼지 관리 종합계획(2020~2024)”이 수립되었고, 이에 대한 세부 이행을 위해 2019년과 2020년, 각각 “미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법(이하 미세먼지법)”과 “대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법(이하 대기관리권역법)”을 재정하였음


제2차(2025-2029) 중부권
대기환경관리 기본계획(안)

2024. . .

환경부
금강유역환경청

3 생활오염원 관리대책

◆ 도심 속 생활 주변 대기오염물질 배출원 관리 강화 및 농·축산 운영 방식 개선과 미세먼지 관리 강화

☞ PM-2.5 10%, PM-10 10%, NOx 15%, SOx 3%, VOCs 4% 감축

3-1 생활 주변 배출원의 효과적 관리 및 저감 지원

◇ 생활 주변 주요 배출원(난방시설, 도로재비산 등)에 대한 관리 강화

□ 도심 난방시설 미세먼지 관리 강화

○ (가정용 보일러) 권역 내 생활 주변 친환경 냉난방 보일러 교체·설비 지원('25년부터 '29년까지 전국 약 7만 5천 대 지원)

○ (가스열펌프) 가스열펌프 배출허용기준* 적용** 및 저감장치 부착을 통한 관리 강화

* NOx 기준: '22.6.30 이전시설 - 100ppm 이하 → '22.7.1 이후 시설 50 ppm 이하

** 신규 시설 : '22.7.1부터, 기존시설: '25.1.1부터 적용

○ (음식점) 생활주변에서 발생되는 미세먼지 및 악취저감을 위해 대형 음식점 및 집단급식소를 대상으로 최적방지 시설 설치·관리 지원 시범사업 추진*

* 전국 '25년부터 '29년까지 누적 100개소 지원

□ 도로 및 공사장 등의 재비산먼지 발생 억제

○ (청소차) 친환경 도로청소차 보급* 및 운영** 확대와 제기 장비 성능 인증체계 개편 및 인증기준 상향 조정

* 전국에 살수차 12대, 진공흡입차 153대, 노면청소차 12대 지원('25-'29년 누적)

** 도로먼지제거(청소) 용역

<그림 2> 제2차 중부권 대기환경관리 기본계획(안)

○ 대기관리권역법에 따라 서울, 경기, 인천 등 수도권을 대상으로 수행되던 권역관리가 전국으로 확대되었고, 중부권, 남부권, 동남권 등 4개 권역으로 구분되었음

○ 이에 따라 5년 단위 권역별 대기환경관리 기본계획이 수립되었으며, 1단계가 2020년 수립되어 가장 최근인 2024년까지 진행되고 있음

○ 1단계 계획의 만료기간이 도래함에 따라 금강유역환경청을 필두로 2단계 중부권 대기환경관리 기본계획이 수립되고 있으며, 여기에 조리시설 관리를 위한 지원사업이 시범사업으로 포함되어 2025년부터 시행을 예고하고 있음(금강유역환경청, 2024)

○ 이에 본 연구에서는 관련 사업의 추진에 앞서 그 동안 조리시설관련 개선연구 및 사업추진 경과를 검토하고, 배출특성을 파악하여 향후 추진될 사업에 대한 기초자료를 제공하고자 함

2. 연구범위와 방법

○ 연구범위

- 대상 공간 : 충청남도를 중심으로 국내 타 지역 사례 조사
- 대상 자료 : 지원사업 및 개선효과 분석 결과(정책, 보고서, 논문 등)
- 활용 자료 : 국가 및 시도 발간 자료 및 논문자료 등
- 조사 방법 : 문헌조사 위주의 일부 전문가 자문 수행

○ 연구방법

- 조리시설관련 정책동향 파악
- 조리시설 대상 설치지원사업 사례 조사 및 개선효과 검토
- 조리시설 배출 대기오염물질과 배출특성 조사
- 조리시설 배출저감 시설 현황 조사
- 충청남도 내 대상 사업장 운영 현황 조사
- 조리시설 지원사업 추진 방향성 검토
- 정책제언

02 정책 및 연구동향

1. 조리시설 방지시설 설치지원 사례

1) 타 지자체 추진 사례

○ 서울 : 직화구이 음식점 악취방지시설 설치지원사업 (2010년~)

- 지원내용 : 사업장에서 발생하는 생활악취 저감을 위한 방지시설 설치비용
- 시범사업 추진 : 2010년 서울시 내 직화구이 음식점 중 오염물질 배출이 많은 100 ㎡ 이상의 대형음식점 중 주택가에 위치하여 시민불편을 초래하는 사업장
- 지원금액 : 사업장별 방지시설 설치비의 70% 이내, 1천만원 한도
- 연간 지원대상 : 서울시 소재 사업장 37개소
- 지원대상 : 서울시 소재, 악취·미세먼지가 발생하여 악취방지시설 설치가 필요한 직화구이 음식점
- 심사항목 : 필요성(20), 사업주 및 자치구의 의지(20), 방지시설 적정성 및 기대효과(40), 사후관리(20) → 설치 후 유지관리 계획 포함
- 방지시설 설치 전후 자가측정을 통해 **악취저감효율 자료 제출토록 요청**
- 설치 후 2년간 사업장 유지(미충족시 보조금에 대한 일부 또는 전액 환수)

○ 경기도 : 직화구이 음식점 악취방지시설 설치지원사업 (2017년~)

- 사업추진을 위해 경기도 의회에서 2015년 “생물성연소 배출원 개선지원에 과한 조례(안)”을 발의하였고, 2017년 시행된 “경기도 미세먼지 예방 및 저감 지원 조례”에 관련 내용 포함 → 제5조(지원계획의 수립) : 6. 농업잔재물 소각, 직화구이 등 생물성연소로 발생하는 미세먼지에 대한 저감 사업
- **조례를 기반**으로 음식점 방지시설 설치지원 시범사업 추진

- 지원대상 : 연면적 200 ㎡ 이상인 음식점
- 지원범위 : 도내 참여 의사를 제시한 10개 시·군 (전체 대상 아님, 시·군에서 해당 사업으로 사업비를 수립한 지역만 해당)
- 사업비 : 연 700백만원(도비 25%, 시군비 25%, 자부담 50%)
- 보조금 상한액 : 1.75천만원
- 지원분야 : 방지시설 설치 20개소, 방지시설 운영지원 및 오염도 측정 등
- 주요내용: 직화구이 음식점 발생 오염물질 방지시설 설치, 방지시설 운영방법 교육 및 운영 지원, 오염도 측정(연 4회) 및 친환경 음식점 현판 제공

<표 1> 경기도 음식점 지원사업 추진 실적 (환경부, 2021)

구분	합계	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
방지시설 설치	41,640	8,400	8,400	8,400	8,400	8,040
도비	6,246	1,260	1,260	1,260	1,260	1,206
시군비	14,574	2,940	2,940	2,940	2,940	2,814
자부담	20,820	4,200	4,200	4,200	4,200	4,020

○ 경상북도 : 음식점 미세먼지 및 악취방지시설 설치지원 사업 (2024년)

- 당해연도 환경부에서 공지한 조리시설 지원사업의 일환으로 지역 내 시군에서 수행
- 지원대상 : 경상북도 내 시군별 1개 사업소 (사업비가 남을 경우 잔여예산 내 추가접수 가능)
- 대상연도 : 2024년
- 사업비 : 1개 사업당 37,000천원(도비 27%, 시비 63%, 사업장 자부담 10%)
- 지원내용 : 생활악취 저감시설 설치 보조금 지원 (33,300천원, 자부담 제외)
- 대상 방지시설 종류 : 세라믹 필터, 흡착에 의한 시설, 전기집진시설, 복합방지시설, 기타 시설
- 보조금 지원금액은 방지시설 및 부대시설(송풍기, 배관 등) 설치비를 포함
- 심사항목 : 지원 필요성(30), 사업주의 의지(10), 방지시설 적정성 및 기대효과(40), 사후관리(20)
- 설치 후 3년간 사업장 유지(미충족시 보조금에 대한 일부 또는 전액 환수)
- 3년 이내 파산 등 부득이한 사유로 폐업할 경우 관리대상에서 제외되며, 3년 이

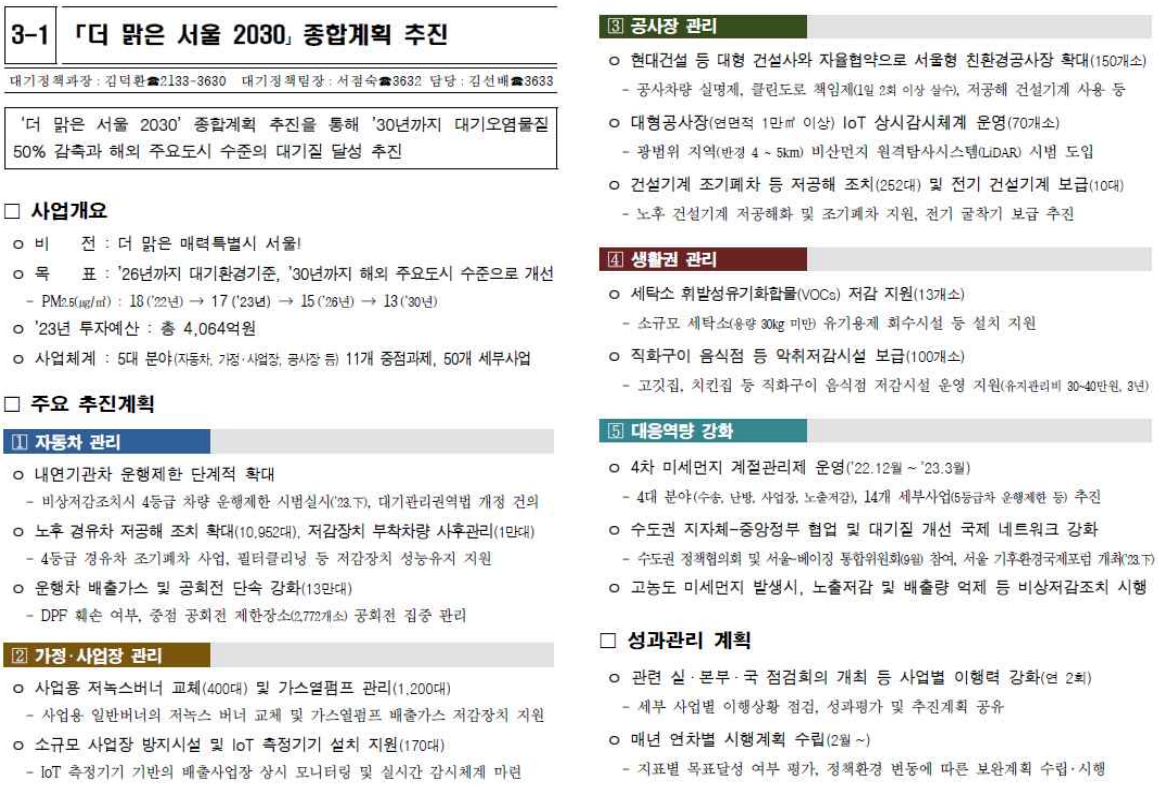
내 동일 업종의 사업장으로 양도할 경우 의무를 승계한 것으로 간주

- 방지시설 설치 후 3년간 정상 가동여부 모니터링(반기 1회 이상) → 사업 추진 시 시공업체로 하여금 방지시설 사후관리 지원 내역을 포함

2) 더 맑은 서울 2030년 종합계획

○ 2026년까지 대기환경기준, 2030년까지 해외 주요도시의 $PM_{2.5}$ 수준으로 대기질 개선을 목표

- $PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) : 18('22년) → 17('23년) → 15('26년) → 13('30년)
- 사업 : 5대분야(자동차, 가정·사업장, 공사장 등) 11개 중점과제 50개 세부사업
- 생활권 관리 : 직화구이 음식점 등 악취저감시설 보급(100개소) → 고깃집, 치킨집 등 직화구이 음식점 저감시설 운영 지원(유지관리비 30~40만원, 3년)



3-1 「더 맑은 서울 2030」 종합계획 추진

대기정책과장 : 김덕환☎2133-3630 대기정책팀장 : 서경숙☎3632 담당 : 김선배☎3633

'더 맑은 서울 2030' 종합계획 추진을 통해 '30년까지 대기오염물질 50% 감축과 해외 주요도시 수준의 대기질 달성 추진

□ 사업개요

- 비 전 : 더 맑은 매력특별시 서울!
- 목 표 : '26년까지 대기환경기준, '30년까지 해외 주요도시 수준으로 개선
  - $PM_{2.5}$($\mu g/m^3$) : 18('22년) → 17('23년) → 15('26년) → 13('30년)
- '23년 투자예산 : 총 4,064억원
- 사업체계 : 5대 분야(자동차, 가정·사업장, 공사장 등) 11개 중점과제, 50개 세부사업

□ 주요 추진계획

1 자동차 관리

- 내연기관차 운행제한 단계적 확대
  - 비상저감조치시 4등급 차량 운행제한 시범실시('23.下), 대기관리권역법 개정 건의
- 노후 경유차 저공해 조치 확대(10,952대), 저감장치 부착차량 사후관리(1만대)
  - 4등급 경유차 조기폐차 사업, 필터클리닝 등 저감장치 성능유지 지원
- 운행차 배출가스 및 공회전 단속 강화(13만대)
  - DPF 훼손 여부, 중점 공회전 제한장소(2,772개소) 공회전 집중 관리

2 가정·사업장 관리

- 사업용 저녹스버너 교체(400대) 및 가스열펌프 관리(1,200대)
  - 사업용 일반버너의 저녹스 버너 교체 및 가스열펌프 배출가스 저감장치 지원
- 소규모 사업장 방지시설 및 IoT 측정기기 설치 지원(170대)
  - IoT 측정기기 기반의 배출사업장 상시 모니터링 및 실시간 감시체계 마련

3 공사장 관리

- 현대건설 등 대형 건설사와 자율협약으로 서울형 친환경공사장 확대(150개소)
  - 공사차량 실명제, 클린도로 책임제(1일 2회 이상 살수), 저공해 건설기계 사용 등
- 대형공사장(연면적 1만㎡ 이상) IoT 상시감시체계 운영(70개소)
  - 광범위 지역(반경 4 ~ 5km) 비산먼지 원격탐사시스템(LiDAR) 시범 도입
- 건설기계 조기폐차 등 저공해 조치(252대) 및 전기 건설기계 보급(10대)
  - 노후 건설기계 저공해화 및 조기폐차 지원, 전기 굴착기 보급 추진

4 생활권 관리

- 세탁소 휘발성유기화합물(VOCs) 저감 지원(13개소)
  - 소규모 세탁소(용량 30kg 미만) 유기용제 회수시설 등 설치 지원
- 직화구이 음식점 등 악취저감시설 보급(100개소)
  - 고깃집, 치킨집 등 직화구이 음식점 저감시설 운영 지원(유지관리비 30~40만원, 3년)

5 대응역량 강화

- 4차 미세먼지 계절관리제 운영('22.12월 ~ '23.3월)
  - 4대 분야(수송, 난방, 사업장, 노출저감), 14개 세부사업(5등급차 운행제한 등) 추진
- 수도권 지자체-중앙정부 협업 및 대기질 개선 국제 네트워크 강화
  - 수도권 정책협의회 및 서울-베이징 통합위원회(9월) 참여, 서울 기후환경국제포럼 개최('23.下)
- 고농도 미세먼지 발생시, 노출저감 및 배출량 억제 등 비상저감조치 시행

□ 성과관리 계획

- 관련 실·본부·국 점검회의 개최 등 사업별 이행력 강화(연 2회)
  - 세부 사업별 이행상황 점검, 성과평가 및 추진계획 공유
- 매년 연차별 시행계획 수립(2월 ~)
  - 지표별 목표달성 여부 평가, 정책환경 변동에 따른 보완계획 수립·시행

<그림 3> 서울시 더 맑은 서울 2030 계획 중 직화구이 지원사업 내용

2. 조리시설 관련 연구 동향

1) 고기구이 과정에서 배출되는 미세먼지 배출계수 개발 연구

○ 출처 : 박성규 등 (2011) 생물성연소에서 발생하는 미세먼지 배출계수 개발에 관한 연구: 고기구이를 중심으로, 한국대기환경학회지 27(4), 426-435

- 고기구이에서 배출되는 오염물질을 측정하기 위해 실제 음식점 환경을 Lab-scale로 제작하여 실험을 수행
- 실험조건 : 육종별, 구이 형태별, 사용 연료별 총 10가지 경우를 적용
- 배출계수 : 0.4~7.4 g-PM/kg-meat, 고기의 종류와 양념 여부에 상관없이 직화방식이 철판방식보다 높은 배출량을 보임
- 활용방안 : 정확한 배출계수 산정을 통해 집진장치 설계시 탈리주기 산정 등 주요 인자로 활용 가능

<표 2> 고기구이별 PM 배출농도

단위 : ㎎/㎥	평균	생구이		양념구이	
		철판(LPG)	직화(숯)	철판(LPG)	직화(숯)
소고기	3.7-61.7	4.3	31.4	미분석	52.8
돼지고기	3.7-84.8	11.6	70.1	5.5	24.1
오리고기	14.6-42.1	미분석	20.2	미분석	40.0

<표 3> 고기구이별 배출계수

단위 : g-PM/㎏-meat	생구이		양념구이	
	철판(LPG)	직화(숯)	철판(LPG)	직화(숯)
소고기	0.4	2.8	-	6.3
돼지고기	1.6	7.4	0.5	3.3
오리고기	-	2.3	-	4.0

2) 고기구이 과정에서 배출되는 미세먼지 중 화학성분 조사

○ 출처 : 강병욱 등 (2014) 고기구이에서 배출되는 미세입자($PM_{2.5}$)의 배출원 구성물질 성분비 개발에 관한 연구, 한국대기환경학회지 30(1), 18-25

- 고기구이에서 배출되는 대기오염물질 측정을 위해 실제 음식점에서 사용하는 불판과 숯을 이용하였고, 고기구이시 배출된 오염물질 포집을 위해 레시버식 후드를 비닐로 밀폐시켜 사용
- 사이클론과 필터백을 이용하여 필터에 시료포집 후 이온, 원소, 탄소성분을 분석
- 분석결과 대부분 고기구이에서 탄소성분(OC, EC)이 전체 $PM_{2.5}$ 배출량의 62.3~82.0%까지 차지하는 것으로 나타났고, 그 뒤를 이어 K^+, Cl^-, K, Cl, Na 등이 높은 비율을 보임
- CMB 모델을 활용하여 고기구이에 따른 $PM_{2.5}$에 대한 영향 분석 결과 전체 $PM_{2.5}$ 농도 중 0.01 $\mu g/m^3$의 기여도를 보였음

<표 4> 고기구이시 배출되는 $PM_{2.5}$ 내 화학성분비

단위 : %/weight	소고기		돼지고기		닭	오리
	생고기	양념고기	생고기	양념고기	생고기	양념고기
Na	0.653	0.961	1.722	1.053	0.213	0.374
Mg	0.105	0.137	0.118	0.157	0.125	0.117
Al	0.098	0.106	0.139	0.159	0.092	0.118
Si	0.002	0.002	0.008	0.006	0.003	0.057
P	0.002	0.002	0.005	0.000	0.005	0.003
S	0.143	0.593	0.295	0.548	0.093	0.175
Cl	1.744	1.550	2.891	2.880	1.448	1.760
K	1.899	2.217	2.435	2.554	2.157	2.650
Cl^-	2.562	2.410	2.658	5.986	2.009	2.940
NO_3^-	0.641	0.550	0.455	0.557	0.404	0.958
SO_4^{2-}	0.573	1.031	0.760	1.015	0.313	0.668
K^+	3.411	2.868	2.453	4.572	2.697	4.024
OC	73.006	78.553	77.229	67.700	76.119	61.289
EC	2.32	1.730	4.736	1.143	0.718	1.029

3) 가정집 주방에서 고기 조리시 환기 조건에 따른 영향 검토

○ 출처 : 이명구 등 (2018) 주방 조리시 미세먼지($PM_{2.5}$) 배출특성과 관리방안, The Journal of the Convergence on Culture Technology 4(1), 325-329

- 아파트를 대상으로 14.88 ㎡의 면적을 가지는 주방에서 동일한 무게(170 g)의 삼겹살과 고등어를 구우면서 $PM_{2.5}$의 배출량을 측정
- 조리기구는 가스레인지를 대상으로 3단 중 2단으로 사용하였고, 실험은 조리 후 20분간 환경조건을 바꿔가면서 농도변화를 관찰
- 환경조건은 자연환기, 레인지후드 1단, 2단의 3개 조건으로 수행
- 시험 중 $PM_{2.5}$ 농도변화 관찰을 위해 바닥면으로부터 1.4 m, 가스레인지에서 10 ㎝ 이격된 지점에서 모니터링 수행
- 실험조건은 재료를 올리기전 2분간 가열하여 시료를 올려 조리를 시작하였고, 요리는 총 6분간 수행
- 삼겹살 대비 고등어 구이시 더 높은 농도를 보였으며, 음식을 태웠을 경우 정상 조리시보다 2.98배 높은 배출농도를 보였음

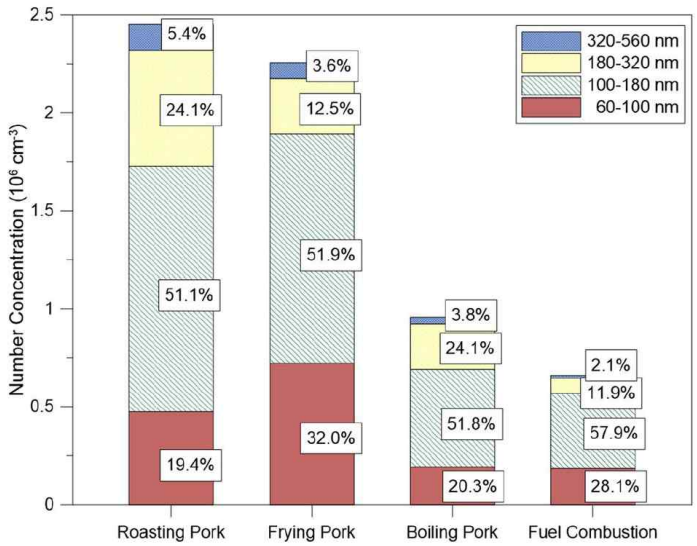
<표 5> 삼겹살과 고등어 구이시 시간에 따른 농도 변화 (단위 : ㎍/㎥)

시간(분)	1	2	3	4	5	6
고등어	358	378	929	1,090	1,580	3,850
삼겹살	59	176	258	321	317	308

4) 돼지고기의 조리 형태에 따른 입자상 오염물질의 배출 특성 분석

○ 출처 : 원수란 (2021) 지하도상가 실내공기 및 주택 조리과정에서의 오염물질 발생 연구, 한국외대 박사학위논문

- 84 ㎡ 크기의 실제 아파트와 동일한 구조를 가지는 실증실험동 주방에서 돼지고기 조리에 따른 영향을 분석
- 외부공기의 유입을 최소화하기 위해 침실을 포함한 모든 문을 닫은채 유지하였고, 주방 후드는 1.8 m 위치에서 조리시 580 ㎥/h로 가동
- 실험조건은 측정 전 30분간 환기 후 3가지 방법(굽기, 튀기기, 삶기)으로 1시간씩 조리. 조리시 연료는 액화천연가스로 직접연소방식을 사용
- 돼지고기는 삼겹살 부위로 가로, 세로, 두께를 각각 5, 15, 1 ㎝로 규격화
- 굽기는 1회 구울시 4쪽(약 385 g)을 기름없는 팬에 조리하였고, 1회 구이시 10분간 조리 / 튀기기는 팬에 고기(약 282 g)가 잠길 정도로 콩기름을 붓고(1 L) 기름의 온도가 180℃에 도달하면 고기를 넣은 뒤 5분간 조리 / 삶기는 2 L의 물에 가로, 세로, 두께를 각각 5, 20, 10 ㎝로 정형한 1.2 ㎏의 고기를 넣고 1시간 동안 조리
- 조리방법에 따라 굽기>튀기기>삶기 순으로 농도가 높게 나타났으며, 조리과정에서 100~180 ㎚ 범위 입자가 가장 많이 배출되는 것으로 확인됨



<그림 4> 조리시 나오는 입자상 오염물질 농도

5) 직화구이 음식점에서 배출되는 악취유발물질에 대한 기여도 평가

○ 출처 : 이태정 등 (2019) 직화구이 음식점의 악취 배출 특성 및 악취기여도 평가, 실내환경 및 냄새학회지 18(2), 121-130

- 경기도의 조리시설 방지시설 설치지원을 받은 5개 사업장을 대상으로 복합악취 및 주요 악취물질의 저감효과를 평가
- 대상사업장은 경기도 내 각기 다른 지역에 위치하고 있으며, 규모는 전부 다 300 ㎡ 이상의 사업장임
- A 사업장은 소고기, B, D, E는 돼지고기, C는 오리고기를 취급하는 사업장으로 연료는 모두 숯불을 사용
- 측정분석 방법(측정+분석) : 복합악취 → 테들러백+관능법 / NH_3 → 흡착법+인도페놀법 / 알데하이드 → DNPH카트리지+HPLC / VOCs → Tenax-TA+GC/MSD
- 복합악취와 고기구이 양과의 상관계수(R^2)는 0.48로 고기종류보다 고기양에 따른 영향이 더 큰 것으로 확인됨
- 1차보다 2차때 저감효율 감소 → 방지시설 **유지관리 여부에 따라** EP의 **효과 및 지속성 차이가 크게 나타남**

<표 6> 경기도 내 시범사업 추진 사업장에 정보 및 측정결과

	A	B	C	D	E
지역	용인	군포	하남	오산	부천
규모(㎡)	360	400	300	300	330
테이블 수	39	43	37	30	44
저감장치	전기집진	전기집진	전기집진	여과집진	전기집진
보조장치	AC필터	-	-	-	AC필터
장치규격	30 CMM	40 CMM 30 CMM	120 CMM	167 CMM	30 CMM
개수	6대	3대, 1대	2대	1대	6대
복합악취	2,770배	1,500배	2,288배	1,187배	1,221배
측정범위	1225~6,476	1,000~3,000	669~4,481	669~2,080	1,000~1,442
배출허용기준 대비 %	5.5	3.0	4.6	2.4	2.4
1차 평가	77.7	95.0	73.3	80.5	70.0
2차 평가	60.6	90.0	70.0	74.1	30.7

6) 전기집진설비 운영에 따른 직화구이 음식점 오염물질 저감효과 평가

○ 출처 : 서장원 등 (2021) 직화구이 음식점 방지시설의 오염물질 저감효과 평가, 한국입자에어로졸학회지 17(4), 115-123

- 서울시 소규모 방지시설 지원사업을 통해 설치된 방지시설 6개를 대상으로 성능평가를 수행하였으며, 설치된 시설은 모두 전기집진장치임
- 시설은 전기집진방식으로만 작동하고, 부가적인 설비는 없으며, 최초 설치 이후 집진판에 대한 청소는 실시하지 않은 상태임
- TSP 기준 64.5~86.0%의 저감효율을 보임
- 복합악취에 대해서는 일부 개선효과(28.6~58.0%)를 보임
- 대부분 사업장에서 전기집진기의 집진극 관리가 이루어지고 있지 않아 집진효율의 감소 요인으로 작용

<표 7> 서울 내 시범사업 추진 사업장에 정보 및 측정결과

	A	B	C	D	E
연소형태	가스	가스	숯불	숯불	숯불
대상	생삼겹살	닭꼬치	닭꼬치	양념고기	장어구이
THC(%)	64.7	6.8	-8.9	14.7	-18.4
TSP(%)	86.0	81.2	85.4	64.5	85.6
복합악취(%)	50.0	58.0	28.6	33.3	50.0

<그림 5> 전기집진장치의 오염된 상태

7) 하이브리드설비 운영에 따른 직화구이 음식점 오염물질 저감효과 평가

○ 출처 : 전학송 등 (2014) 전기집진과 하이브리드 방식을 이용한 비규제 시설에서의 악취제어, 실내환경 및 냄새학회지 13(2), 113-123

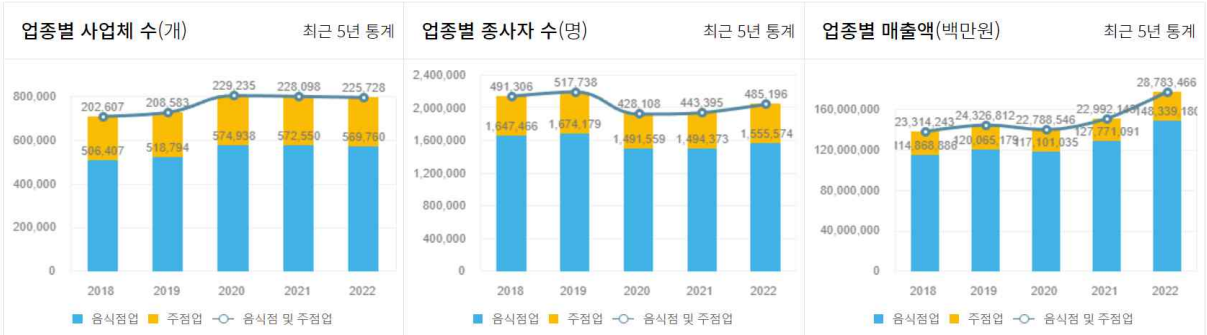
- 강원도에 위치한 직화구이(양념돼지갈비) 사업장 3개를 대상으로 평가 수행
- 각 사업장에는 전기집진과 흡착탑을 하이브리드로 이용하는 집진장치를 설치
- 하이브리드 집진장치는 최적 효율성 검토를 위해 수직원통형과 수평원통형 2개로 구성
- 복합악취 측정을 위해 진공흡인상자에 알루미늄백을 설치하였고, 샘플링된 시료 중 암모니아는 인도페놀법으로, 황화합물은 GC/FPD, 알데하이드류는 DNPH 카트리지로 포집 후 HPLC로 분석 수행
- 복합악취의 경우 고기 종류에 따라 돼지 생고기 4,360배, 닭 생고기 3,000배, 닭 양념 2,140배로 나타났으며, 악취유발물질에 대한 기여도는 메틸메르캅탄>아세트알데하이드>i-발레르알데하이드>n-발레르알데하이드 순으로 확인됨
- $PM_{2.5}$에 대한 제거효율은 수직원통형이 82.8%로 수평원통형의 68.8%보다 14% 정도 높게 나타남
- 집진장치의 유지관리에 따른 효과 분석을 위해 기기 가동 45일 후 청소를 수행한 뒤 전후의 성능평가를 수행 → **청소 후 약 40% 이상의 효율 증가 확인**

<그림 6> 하이브리드 장치를 이용한 악취처리효율 평가 모습

03 조리시설 대기오염물질 배출 특성

1. 전국 고기구이 음식점 현황

- ○ 통계청에서는 외식산업이란 항목으로 음식점 및 주점업에 대해 통계조사를 수행하고 있음
- ○ 2022년 기준 전국의 음식점 및 주점업은 795,488개소가 운영하고 있으며, 2,040,770명이 종사하고, 연매출 177,122,646백만원을 올리고 있는 것으로 나타남(더 외식, 2024)
- ○ 그 중 주점 및 비알코올 음료점업을 제외한 음식점업은 569,760개소가 운영되고 있으며 사업체 수와 매출액은 꾸준히 증가추세에 있음
- ○ 분야별로는 한식음식점이 329,419개소로 가장 많았고, 외국식음식점 74,802개소, 기관 구내식당업 11,438개소, 출장 및 이동음식점업 1,019개소, 기타 간이 음식점업이 153,082개소로 확인됨



<그림 7> 전국의 음식점업 및 주점업의 변화 추이

○ 고기구이 음식점 현황은 지역별 자료를 확보하기 어려워 환경부에서 발주한 연구용역 자료를 활용하였음(환경부, 2021)

- 2015년 기준 전국의 고기구이 음식점 개소는 총 14,718개소로 지역별로는 경기도가 2,642개소(18.0%)로 가장 많은 고기구이 음식점이 위치하고 있으며, 그 뒤를 이어 서울 2,385개소(16.2%), 강원 2,016개소(13.7%)로 나타남
- 규모별로는 50 ㎡이상~100 ㎡미만 사업장이 5,079개소(34.5%)로 가장 많았고, 50 ㎡미만 사업장 4,218개소(28.7%), 150 ㎡이상 사업장 2,094개소(19.7%), 100 ㎡ 이상~150 ㎡미만 사업장 2,517개소(17.1%) 순으로 나타남

<표 8> 전국 고기구이 음식점의 지역별, 규모별 분류

	50 ㎡미만	50 ㎡ 이상 100 ㎡ 미만	1000 ㎡ 이상 150 ㎡ 미만	150 ㎡ 이상	합계	%
서울	919	835	320	311	2,385	16.2%
부산	166	176	80	101	523	3.6%
대구	350	383	134	182	1,049	7.1%
인천	167	157	79	67	470	3.2%
광주	182	190	62	95	529	3.6%
대전	16	29	17	22	84	0.6%
울산	71	130	68	119	388	2.6%
세종	14	19	21	31	85	0.6%
경기	634	859	540	609	2,642	18.0%
강원	594	770	353	299	2,016	13.7%
충북	99	178	95	106	478	3.2%
충남	354	321	164	262	1,101	7.5%
전북	54	80	43	70	247	1.7%
전남	62	107	80	83	332	2.3%
경북	195	242	131	176	744	5.1%
경남	292	470	245	307	1,314	8.9%
제주	49	133	85	64	331	2.2%
전국	4,218	5,079	2,517	2,904	14,718	100%
%	28.7%	34.5%	17.1%	19.7%	100%	

2. 조리시설 관련 사회적 이슈

○ 고용노동부에서는 2021년 12월 “학교 급식종사자 폐암 검진계획”을 수립하고, 시·도교육청 학교 급식종사자 중 55세 이상 또는 경력 10년이상 근무자 24,065명을 대상으로 검진을 실시

- 검진결과 139명이 폐암 의심 소견을 받았고, 추가검사 결과 31명(0.13%)이 폐암 확진. 폐암 확진자 평균 연령은 54.9세, 평균 종사기간은 14.3년으로 나타남

○ 검진 결과를 기반으로 학교 급식종사자 건강보호를 위해 학교급식실 환기설비 및 조리방법 개선 등 조리환경 개선 추진

- 환기설비 개선을 위해 학교당 1억원씩 1,799억원 배정
- 조리 중 미세분진(조리흄)을 유발하는 요리는 오븐 사용 전환을 유도하고 튀김류는 주2회 이하로 최소화
- 10년 이상된 노후 급식시설·기구 및 지하 조리시설 등의 교체를 추진
- 근로자 보호를 위해 최적 보호구 도입, 교육자료 지원 및 안전교육 실시

○ 학교 급식조리원 관련 산재 매년 증가 추세 (세계일보, 2024)

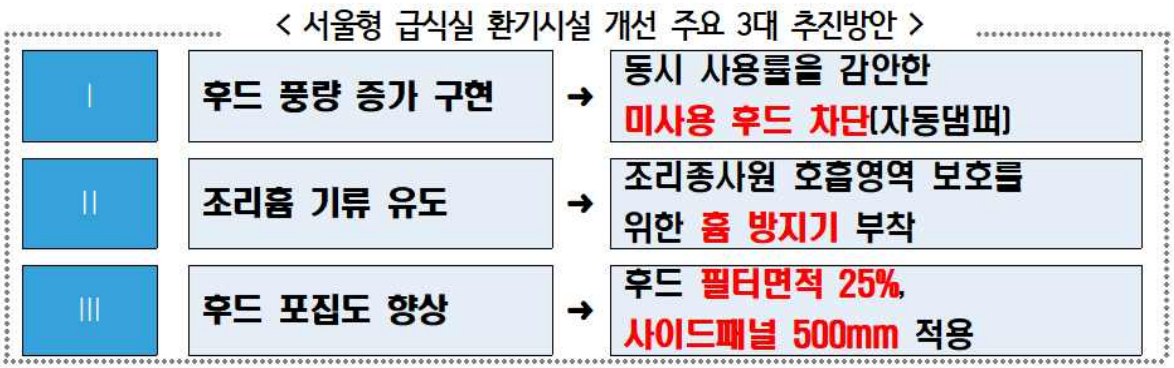
- 2020년 729건에서 2021년 1,202건, 2022년 1,475건, 2023년 1,794건
- 그 중 조리시 발생하는 대기오염물질에 의한 건강피해(폐암) 급속히 증가

<표 9> 최근 5년간 급식조리사 산재 발생 내역

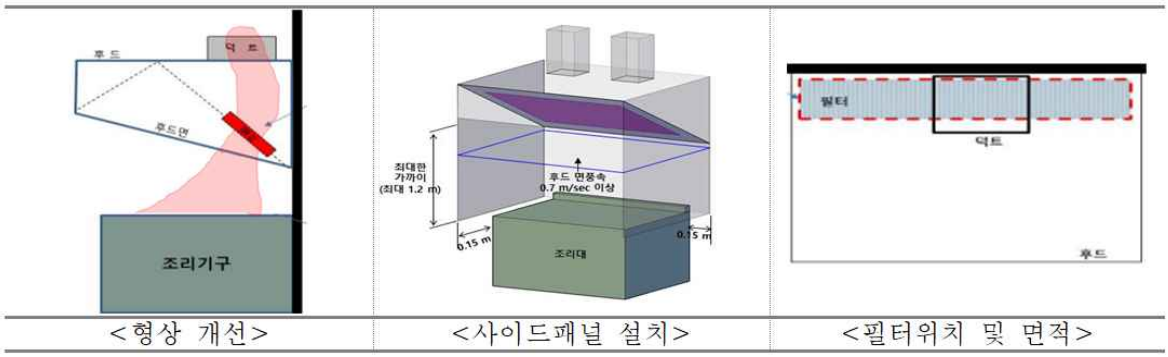
발생형태	2020년	2021년	2022년	2023년
화상	164	306	378	492
낙상	185	326	356	389
끼임	41	80	84	120
물체에 맞음	50	70	97	121
깔림	4	12	17	12
화학물질 노출	8	9	9	13
절단, 베임	36	71	84	102
부딪침	44	73	103	132
근골격계질환	113	168	195	216
폐암	0	10	20	51

○ 서울시교육청 : 서울형 급식실 환기시설 개선 가이드라인 발표

○ 한국산업안전보건공단에서 발급한 “단체급식시설 환기에 관한 기술지침”에 부합하는 서울 맞춤형 가이드라인 제시



<그림 8> 서울형 급식실 환기 가이드라인 주요 내용



<그림 9> 한국산업안전보건공단에서 제시한 환기설비 가이드

○ 서울의 경우 고기구이 부분의 $PM_{2.5}$ 배출량 변화 검토 결과(CAPSS 기반) 2017년 대비 2021년에 약 12% 증가한 것으로 산정

○ Yuan et al(2023)이 중국 한 도시에서 실시간 모니터링 결과 요리매연이 지역 대기 중 $PM_{2.5}$ 농도에 대한 영향이 약 24%로 나타남

3. 조리시설 대기오염물질 배출 특성

○ 직화구이 음식점에서는 인체에 피해를 줄 수 있는 다양한 오염물질이 어느 한 곳에 밀집되지 않고 분산 배출되고 있어 관리가 어려움

○ 크게는 조리실과 구이실로 구분되며, 그 외 하수구, 자재보관실, 쓰레기통, 싱크대 등 다양함

○ 조리실

- 노출자 : 사업주 또는 근로자
- 배출관리 시설(후처리시설) : 조리실 상부의 캐노피 또는 레인지 후드
- 처리효율 : 중 → 개방형으로 내부에 팬이 있으나 기류상승 과정에서 외부기류 영향과 내부 압력 차이에 의해 제거 효율이 높지 않음
- 노출시간 : 하루 중 4~8시간 전후 (근로시간 및 작업조건에 따라 상이)

○ 구이실

- 노출자 : 근로자 또는 소비자
- 배출관리 시설(후처리시설) : flexible 덕트를 장착한 국소배기장치
- 처리효율 : 중~상 → 후드의 위치와 댐퍼의 개폐 여부, 관내 유분의 관리 상태에 따라 상이하게 나타남
- 노출시간 : 하루 중 1~2시간 이내

<그림 10> 조리시설에서 배출되는 오염물질 (식품의약품안전처, 2017)

<표 10> 조리시설에서 배출되는 대기오염물질

장소	위치	오염물질	방지시설	비고
조리실	조리화구 (직화시)	PM, PAHs† VOCs, BC, CO, CO_2, NOx※	레인지후드	
	조리화구 (간접식)	PM, PAHs†	레인지후드	
	싱크대	VOCs, HCHO	없음	세재사용
	쓰레기통	악취, 곰팡이, 부유세균, 미생물, 박테리아	없음	
	하수구	악취, 곰팡이, 미생물	없음	
	자재보관실	미생물, 부유세균, 박테리아	없음	
구이실	조리화구 (가스직화)	PM, PAHs† VOCs, BC, CO, CO_2, NOx※	국소 배기장치	조리실 직화와 유사
	조리화구 (숯직화)	PM, PAHs† VOCs, BC, CO, CO_2, NOx※	국소 배기장치	PAHs, CO, CO_2 농도 최대

※ 연료(LNG, LPG, 부탄) 연소과정에서 생성

† 고기 등 육류의 과조리과정에서 불과 과반응하여 생성

○ 조리시설에서 배출되는 악취 및 대기오염물질의 관리가 어려운 이유

- **상이한 민감도** : 사람마다 악취에 대한 정의가 다르고 느끼는 강도가 달라 동일한 원인이라 하더라고 악취라 할 수도 아닐 수도 있음
- **배출공간의 분산** : 조리시설 내에서도 조리실, 구이실, 쓰레기통, 하수구, 자재보관실 등 다양한 공간에 분산되어 배출
- **법적규제 없음** : 아직까지 음식점에 대해 대기배출사업장으로 규정하여 관리하고 있지 않으며, 일부 악취민원 발생시 악취관리를 위해 조사와 규제가 진행
- **사업체의 낮은 경제여건** : 2022년 기준 전국에서 569,760개소의 음식점이 운영되고 있으며, 그 중 대부분은 5명 이하의 중소 규모 영업장으로 방지시설을 설치, 운영하기에는 경제적으로 많은 어려움이 있음. 이에 서울, 경기 등 일부 지자체에서 추진한 사업 역시 영세사업장의 부담을 피하기 위해 운영 여건이 가능한 대형사업장(주로 200 ㎡ 이상 사업장) 위주로 지원사업을 추진
- **작은 시장규모** : 방지시설설치가 의무화되지 않고, 일부 시범사업으로만 진행되다보니 관련 시장규모가 작음. 관련 기술은 신규로 개발되기보다는 기존 기술들을 현장에 맞게 수정·보완하여 적용하는 수준이나 이 또한 수요가 많지 않다보

니 시장이 작아 관련된 많은 제품과 사례가 나오지 않고 있음

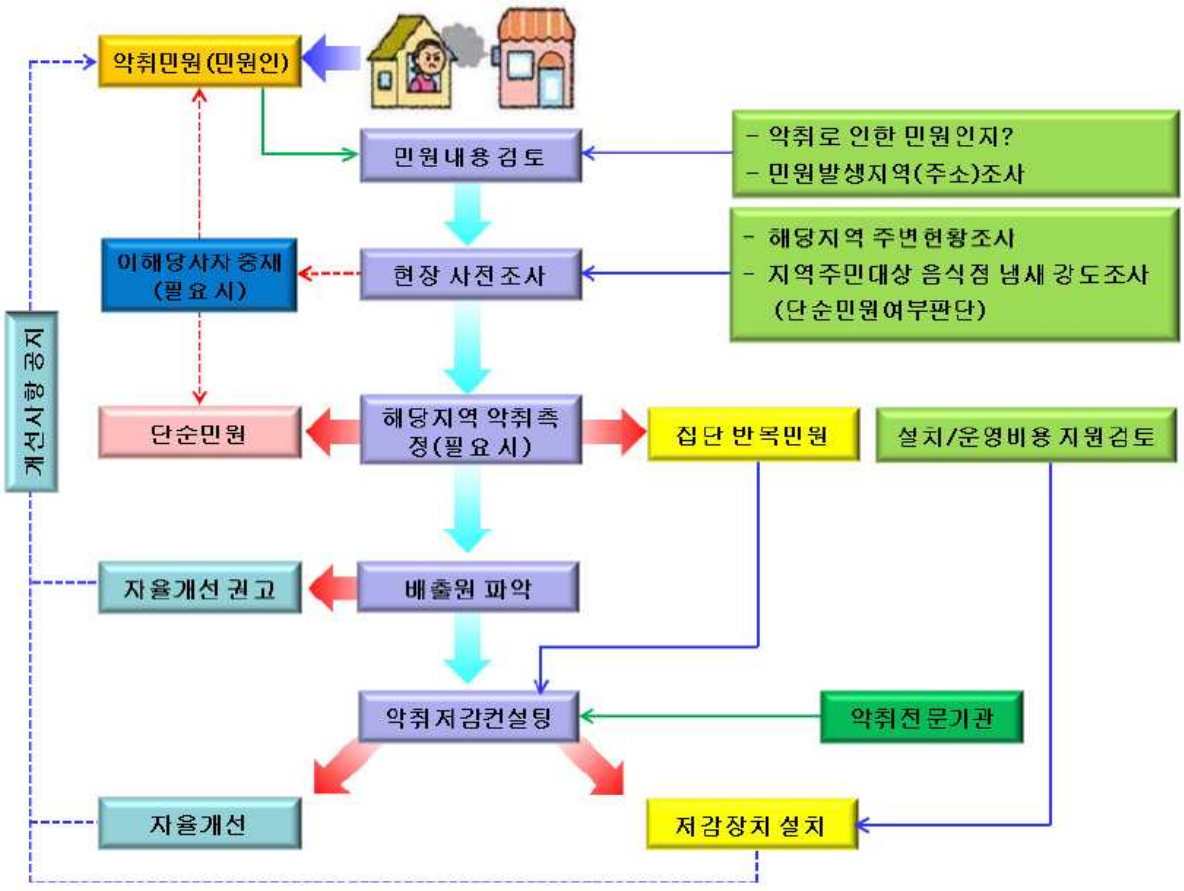
- **설치 공간 부족** : 앞서 언급한 것처럼 영세한 사업장들이 많다보니 10평도 안되는 공간에서 이루어지는 영업장이 많고, 공간이 협소하여 관련 장비를 설치, 운영할 공간이 없는 곳도 많음
- **유지관리 어려움** : 방지시설 설치·운영시 현장에서 애로사항이 가장 많은 것이 유지관리임. 구이가 대부분인 특성상 조리과정에서 발생한 유분이 집진장치에 부착되어 장치의 성능을 저하시키는 가운데, 지속적인 유직관리가 이루어지지 않을 경우 설비의 성능이 급격하게 감소할 수 있음
- **사업주의 낮은 관심** : 환경산업이 대부분 마찬가지지만 시켜서 하는 것이 많고, 사업성에서 우선순위가 낮아 사업주가 관련 시설의 운영·관리에 큰 관심을 보이지 않음
- **비전문가에 의한 시설 설계와 설치** : 사업장에 설치되는 국소배기장치는 후드와 덕트, 가지관 및 곡관, 운송길이, 처리물질의 성상 등을 고려하여 후드와 덕트의 형식, 재질 등이 선정되고, 반속 속도 등을 고려하여 최종적으로 팬의 용량이 선택되어 설치됨. 하지만 국내의 경우 공학적인 계산과 그 결과를 반영한 시설 설치가 진행되어야 하지만 현장에 설치된 국소배기장치 대부분은 비전문가들이 설계, 설치하기 때문에 현장에서 최적의 운영 효과를 기대하기 어려움

<그림 11> 조리시설에서 국소배기장치 운영 필요성 (OSHRI, 2020)

04 조리시설 배출 오염물질 관리기술

○ 음식점 악취발생에 따른 관리

– 음식점에서 악취관련 민원이 발생한 경우 환경부에선 그림 12의 프로세스를 통한 관리를 제안하고 있음



<그림 12> 조리시설 악취민원 발생시 관리 프로세스 (환경부, 2017)

○ 또한 음식의 종류별로 냄새의 특징과 방지대책을 제시

음식의 종류	냄새의 특징	냄새를 줄이는 방법
육류구이, 바베큐 장어구이, 훈제요리 생선구이, 치킨 등	구울 때 타는 냄새	- 기름량이 많고 악취강도가 강하다 - 기름제거 및 배기관로의 주기적인 청소 - 냄새저감시설 설치 검토 - 지역여건에 따라 배기위치를 높게한다
중화요리, 튀김요리 부침요리, 볶음요리	기름 타는 냄새	- 기름양은 많으나 악취강도는 보통임 - 기름제거 및 배기관로의 주기적인 청소 - 가능하다면 요리시간 변경 또는 악취저감장치 설치
해산물요리 수산물 요리	생선비린내	- 기름량은 적고 악취강도는 낮음 - 발생원의 적절한 관리 또는 배기구가 있다면 희석공기 주입
탕류	취사냄새	- 대부분 수증기로 악취강도는 약하다 - 배기구에 물 또는 탈취제 분사 또는 배기구 위치 변경
식사전문 음식점	취사냄새	- 대부분 수증기로 악취강도는 약하다 - 배기구에 물 또는 탈취제 분사 또는 배기구 위치 변경

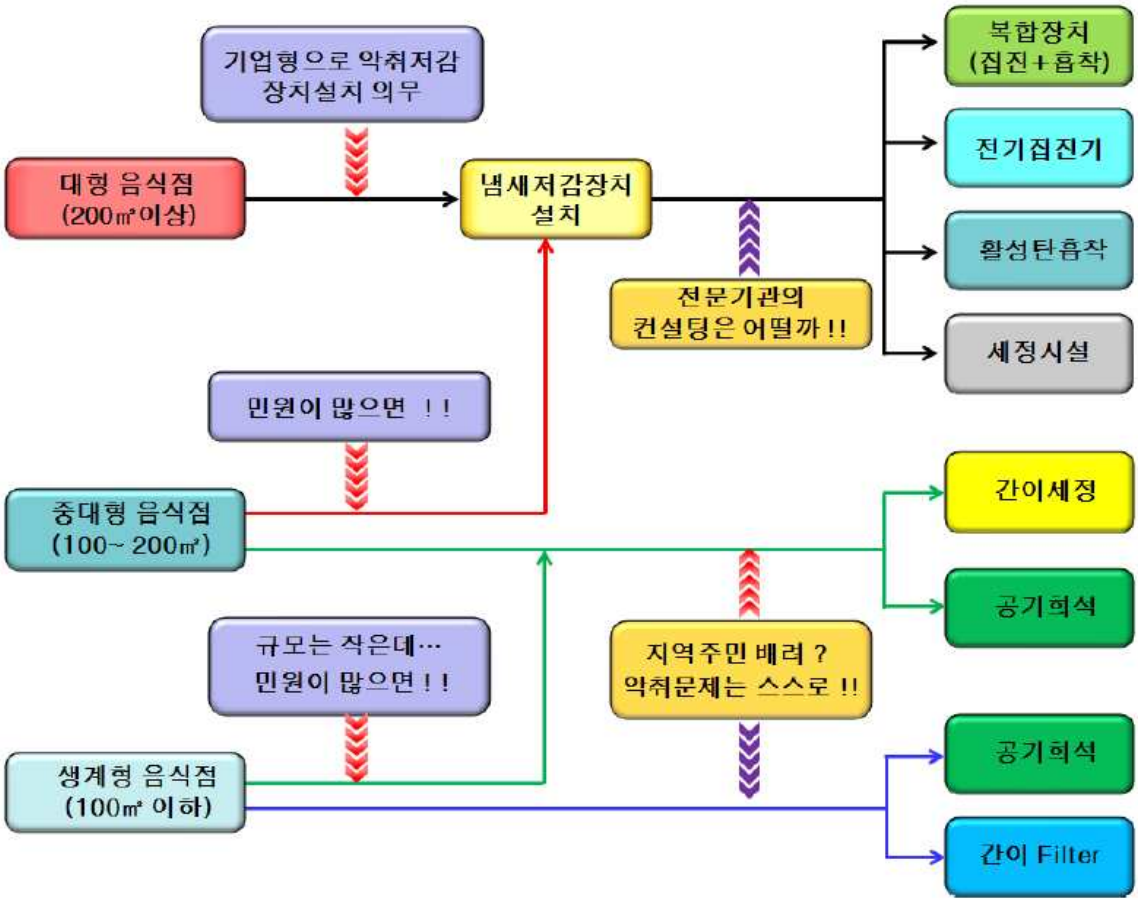
<그림 13> 조리시설 음식별 냄새특징 및 방지대책 (환경부, 2017)

○ 조리시설에서 간단한 악취관리 방법

- 일정 시간대 민원 발생 : 민원 다 발생시간대 요리 자제 및 조리시간 변경, 배기구 방향 재설정
- 쓰레기 냄새 : 쓰레기 회수시간 바로 전 쓰레기 배출, 쓰레기 보관함 밀폐, 쓰레기 보관시설 주변 청소 철저
- 배수구 : 물청소 주기 단축, 배관청소 실시, 하수구 덮개 설치
- 배기덕트 : 가지덕트에 대한 주기적 청소, 메인덕트에 대해서는 청소업체 위탁처리, 주변에 민가 위치시 배기구 위치 상향 조정, 민가가 덜 분포한 지역으로 배기구 방향 조절, 송풍량 증대 또는 추가설치를 통한 희석공기 유입

○ 간단한 관리대책이 효과가 없을 경우 설비 추가설치 및 운영 필요

○ 저감장치 설치는 해당 조리시설의 규격과 민원 여부, 냄새 강도, 유분 정도에 따라 선택하여 설치가 필요함



<그림 14> 조리시설 규격과 형태에 따른 방지시설 선택방안 (환경부, 2017)

○ 음식점에 적용 가능한 방지시설 종류와 특징은 표 11과 같음

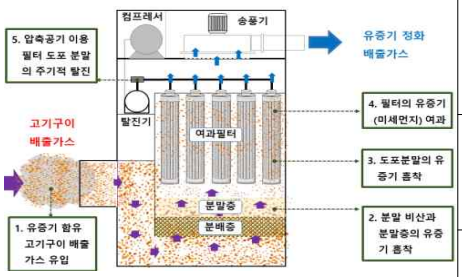
<표 11> 조리시설 적용 가능기술과 특징

적용기술	원리	특징
전기집진기	코로나방전을 통해 생성된 전하가 입자에 부착되어 제거	• 가스상은 처리 어려움 • 건식보다는 습식방식이 방전극의 유분 제거를 위해 편리 • 설치비가 고가이나 소형으로 제작 가능 • 지속적으로 운영비 발생하나 소모품 교체 번거로움은 없음 • 입자에 대한 처리효율 높음

여과집진기	처리가스를 여과포에 통과시켜 부착제거	• 유분이 심할 경우 필터교체 주기 단축 • 포집이 진행될수록 처리효율은 증가하나 펌프 부하도 증가 • 재활용 어려워 교체시 비용이 많이 들고, 고온가스 처리시 운전범위에 맞는 필터 선택 필요 • 필터 재질에 따라 일부 가스상 오염물질 처리는 가능하다 효과는 낮음
세정집진기	처리가스를 물에 통과시켜 포집/반응 제거	• 입자와 가스상 오염물질 동시처리 가능 • 유분과 반응성을 고려한 세정수 선정필요 • 고온가스 처리가능 • 악취물질과 입자상 오염물질을 동시처리 가능하여 타 기술대비 적용성 좋음 • 타 기술대비 공간을 많이 차지하고, 운전에 사업주가 주기적인 관리 필요 • 겨울철 동파방지를 위한 대책 필요 • 폐수발생에 따른 2차 처리 필요
희석공기 유입	오염공기에 신선공기를 넣어 희석·확산 제거	• 다른 장비없이 추가적인 팬 설치로 가장 간단한 방법임 • 희석공기량에 따라 운전비가 결정 • 소음이 크게 발생 • 제거가 아니라 희석의 개념으로 오염물질에 대해서는 큰 저감효과는 없어 단순 악취제어에 적합
AC타워	유기물을 포함한 가스를 A/C타워에 흘려보내 흡착 제거	• 활성탄 파과전까진 100%에 가까운 유기물 처리 가능 • 유분이 많은 시설에 대해 단독 설치가 어려워 대부분 1차 처리 필요 • 활성탄 교체시 비용 과다발생
하이브리드 타입	위 기술 중 2개를 혼합하여 처리	• 가장 많이 사용되는 것은 전기집진기(습식)+AC타워이고, 그 다음으로는 여과집진기+AC타워임 • 환경부에서는 가이드라인을 통해 전기집진기+ AC타워의 표준안을 규격화

○ 음식점 미세먼지·악취저감 최적방지기술 현황

<표 12> 방지시설별 특징과 비용 (환경부, 2024)

<table>
<tr><th>방지시설 사진</th><th colspan="2">특징</th></tr>
<tr><td rowspan="3">
<세라믹 (DPF) 필터 + 촉매></td><td>기술개요</td><td>미세먼지/유적제거를 위한 자동재생이 가능한 세라믹(DPF 응용기술)과 미세먼지·악취 제거를 위한 기술</td></tr>
<tr><td>제거효율</td><td>미세먼지 80% 이상, 악취 90% 이상</td></tr>
<tr><td>비용</td><td>설치비 약4,500만원, 유지비 400만원/년</td></tr>
<tr><td rowspan="3">
<전기집진기 + 촉매></td><td>기술개요</td><td>오염물질(미세먼지, 연기 등)을 전기적 하전으로 제거, 주기적 유적 제거 관리 필요</td></tr>
<tr><td>제거효율</td><td>미세먼지 95% 이상, 악취 90% 이상</td></tr>
<tr><td>비용</td><td>설치비 약2,000만원, 유지비 500만원/년
※자동세척장치 포함시 약4,000만원</td></tr>
<tr><td rowspan="3"> 

<분말촉매필터 + 건식산화></td><td>기술개요</td><td>유적제거를 위한 건식 분말필터와 악취/미세먼지 제거를 위한 건식산화 기술 결합</td></tr>
<tr><td>제거효율</td><td>미세먼지 99% 이상, 악취 90% 이상</td></tr>
<tr><td>비용</td><td>설치비 약3,000만원, 유지비 400만원/년</td></tr>
<tr><td rowspan="3">
<습식전기집진 + 건식산화></td><td>기술개요</td><td>미세먼지/유적제거를 위한 습식전기집진기와 악취/미세먼지 제거를 위한 건식산화 기술 결합</td></tr>
<tr><td>제거효율</td><td>미세먼지 90% 이상, 악취 90% 이상</td></tr>
<tr><td>비용</td><td>설치비 약3,000만원, 유지비 400만원/년</td></tr>
</table>

05 조리시설 방지시설 설치지원사업 방향성 검토

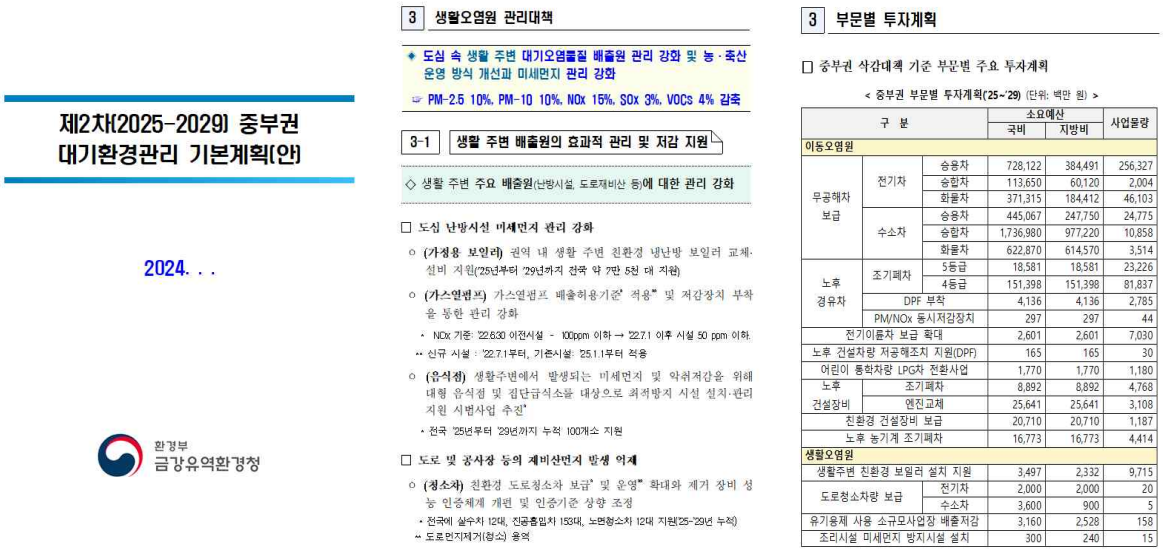
1. 제2차(2025~2029) 중부권 대기환경관리 기본계획

○ 2020년 수립된 대기관리권역법에 따라 1단계 기본계획이 2020년부터 2024년까지 진행되어 왔으며, 2025년부터 2029년까지의 추진을 위한 2단계 계획이 수립 중에 있음

○ 본 계획에서 중부권 목표 달성을 위해 1단계와 마찬가지로 4개 분야에 대해 세부사업을 계획하고 있음(배출시설 관리, 도로/비도로오염원 관리, 생활오염원 관리, 과학적 정책기반 및 지역협력 강화)

○ 이 중 생활오염원 관리대책으로 1) 생활 주변 배출원의 효과적 관리 및 저감 지원, 2) 휘발성유기화합물 배출원 관리 강화, 3) 농·축산 미세먼지 관리 강화를 제시하였고, 그 중 1번의 세부 사업으로 조리시설관련 시범사업이 포함되어 있음

- 전국을 대상으로 2025년부터 2029년까지 누적 100개소를 대상으로 지원사업 추진 예정
- 소요예산 : 국비 300백만원, 지방비 240백만원
- 사업물량 : 20개소 (2025년 기준), 시범사업기간은 1차년도 시행효과를 고려하여 조정 예정
- 지원금액 : 음식점 1개소 당 총사업비 최대 3,600만원 이내 지원
- 내용 : 생활주변에서 발생되는 미세먼지 및 악취저감을 위해 대형음식점 및 집단급식소를 대상으로 최적 방지시설을 설치·관리를 지원하는 시범사업 추진
- **지원예산은 소규모사업장 방지시설 설치 지원사업 예산을 활용**



제2차(2025-2029) 중부권
대기환경관리 기본계획(안)

2024. . .

환경부
금강유역환경청

3 생활오염원 관리대책

◈ 도심 속 생활 주변 대기오염물질 배출원 관리 강화 및 농·축산 운영 방식 개선과 미세먼지 관리 강화

☞ PM-2.5 10%, PM-10 10%, NOx 15%, SOx 3%, VOCs 4% 감축

3-1 생활 주변 배출원의 효과적 관리 및 저감 지원

◇ 생활 주변 주요 배출원(난방시설, 도로재비산 등)에 대한 관리 강화

□ 도심 난방시설 미세먼지 관리 강화

○ (가정용 보일러) 권역 내 생활 주변 친환경 냉난방 보일러 교체·설비 지원('25년부터 '29년까지 잔국 약 7만 5천 대 지원)

○ (가스열펌프) 가스열펌프 배출허용기준* 적용** 및 저감장치 부착을 통한 관리 강화

* NOx 기준: '22.6.30 이전시설 - 100ppm 이하 → '22.7.1 이후 시설 50 ppm 이하

** 신규 시설 : '22.7.1부터, 기존시설: '25.1.1부터 적용

○ (음식점) 생활주변에서 발생되는 미세먼지 및 악취저감을 위해 대형 음식점 및 집단급식소를 대상으로 최적방지 시설 설치·관리 지원 시범사업 추진*

* 전국 '25년부터 '29년까지 누적 100개소 지원

□ 도로 및 공사장 등의 재비산먼지 발생 억제

○ (청소차) 친환경 도로청소차 보급* 및 운영** 확대와 제거 장비 성능 인증체계 개편 및 인증기준 상향 조정

* 전국에 살수차 12대, 진공흡입차 153대, 노면청소차 12대 지원('25~'29년 누적)

** 도로먼지제거(청소) 용역

3 부문별 투자계획

□ 중부권 삭감대책 기준 부문별 주요 투자계획

< 중부권 부문별 투자계획('25~'29) (단위: 백만 원) >

구 분			소요예산		사업물량
			국비	지방비	
이동오염원					
무공해차 보급	전기차	승용차	728,122	384,491	256,327
		승합차	113,650	60,120	2,004
		화물차	371,315	184,412	46,103
	수소차	승용차	445,067	247,750	24,775
		승합차	1,736,980	977,220	10,858
		화물차	622,870	614,570	3,514
노후 경유차	조기폐차	5등급	18,581	18,581	23,226
		4등급	151,398	151,398	81,837
	DPF 부착		4,136	4,136	2,785
	PM/NOx 동시저감장치		297	297	44
전기이륜차 보급 확대			2,601	2,601	7,030
노후 건설차량 저공해조치 지원(DPF)			165	165	30
어린이 통학차량 LPG차 전환사업			1,770	1,770	1,180
노후 건설장비	조기폐차		8,892	8,892	4,768
	엔진교체		25,641	25,641	3,108
친환경 건설장비 보급			20,710	20,710	1,187
노후 농기계 조기폐차			16,773	16,773	4,414
생활오염원					
생활주변 친환경 보일러 설치 지원			3,497	2,332	9,715
도로청소차량 보급	전기차		2,000	2,000	20
	수소차		3,600	900	5
유기용제 사용 소규모사업장 배출저감			3,160	2,528	158
조리시설 미세먼지 방지시설 설치			300	240	15

<그림 15> 2단계 중부권 기본계획(안) 및 세부 내역

2. 조리시설 미세먼지·악취 방지시설 설치지원 시범사업 추진

○ 추진배경

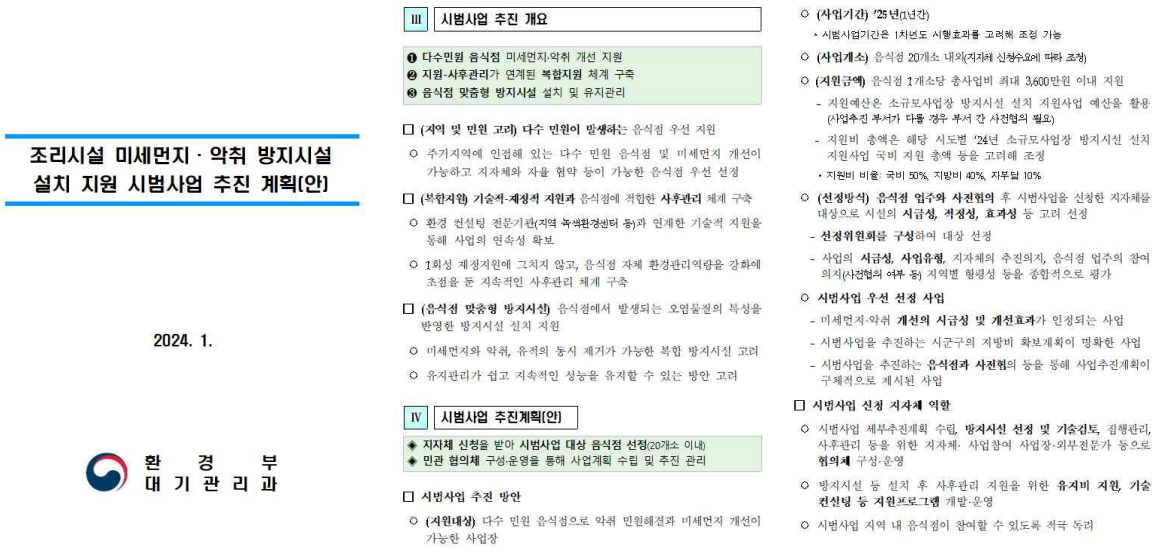
- 음식점은 대기오염물질이나 악취 배출시설에 해당하지 않아 배출허용기준이 없고, 방지시설 설치가 의무적이지 않음
- 도심지역에서 아무런 제재 없이 미세먼지, 악취물질 들을 배출하여 인근 주민의 민원 발생 (전국 생활악취 민원 중 조리시설 악취민원이 29.5% 차지)

○ 조리시설에 의한 대기오염물질 배출

- 음식점 중 고기 및 생선구이에서 연간 634톤의 $PM_{2.5}$가 배출되는 것으로 보고되고 있으며, 이는 국내 전체 대기오염물질 배출량의 1.1%, 생물성연소의 5.5%
- 특히 조리시설에서 배출되는 대기오염물질 중 PAHs 등 다수의 발암물질이 포함되어 있어 관리가 필요함

○ 정책 동향

- 악취방지법 및 대기관리권역법으로 지자체에서 조례를 지정, 자체적으로 관리하도록 권고하고 있으나 현장 적용성이 낮음 (서울 등 일부 지자체에서만 진행)
- 해당 음식점들이 대부분 소규모 영세업체로 설치비용과 설치·운영에 대한 어려움이 산재


조리시설 미세먼지·악취 방지시설 설치 지원 시범사업 추진 계획(안)

2024. 1.

환 경 부
대 기 관 리 과

Ⅲ 시범사업 추진 개요

❶ 다수민원 음식점 미세먼지·악취 개선 지원
❷ 지원-사후관리가 연계된 복합지원 체계 구축
❸ 음식점 맞춤형 방지시설 설치 및 유지관리

□ (지역 및 민원 고려) 다수 민원이 발생하는 음식점 우선 지원
○ 주거지역에 인접해 있는 다수 민원 음식점 및 미세먼지 개선이 가능하고 지자체와 자율 협약 등이 가능한 음식점 우선 선정

□ (복합지원) 기술적·제정적 지원과 음식점에 적합한 사후관리 체계 구축
○ 환경 컨설팅 전문기관(지역 녹색환경센터 등)과 연계한 기술적 지원을 통해 사업의 연속성 확보
○ 1회성 재정지원에 그치지 않고, 음식점 자체 환경관리역량을 강화에 초점을 둔 지속적인 사후관리 체계 구축

□ (음식점 맞춤형 방지시설) 음식점에서 발생되는 오염물질의 특성을 반영한 방지시설 설치 지원
○ 미세먼지와 악취, 유적의 동시 제거가 가능한 복합 방지시설 고려
○ 유지관리가 쉽고 지속적인 성능을 유지할 수 있는 방안 고려

Ⅳ 시범사업 추진계획(안)

◈ 지자체 신청을 받아 시범사업 대상 음식점 선정(20개소 이내)
◈ 민관 협의체 구성·운영을 통해 사업계획 수립 및 추진 관리

□ 시범사업 추진 방안
○ (지원대상) 다수 민원 음식점으로 악취 민원해결과 미세먼지 개선이 가능한 사업장
○ (사업기간) '25년(1년간)
* 시범사업기간은 1차년도 시행효과를 고려해 조정 가능
○ (사업개소) 음식점 20개소 내외(지자체 신청수요에 따라 조정)
○ (지원금액) 음식점 1개소당 총사업비 최대 3,600만원 이내 지원
- 지원예산은 소규모사업장 방지시설 설치 지원사업 예산을 활용 (사업추진 부서가 다를 경우 부서 간 사전협의 필요)
- 지원비 총액은 해당 시도별 '24년 소규모사업장 방지시설 설치 지원사업 국비 지원 총액 등을 고려해 조정
* 지원비 비율: 국비 50%, 지방비 40%, 자부담 10%
○ (선정방식) 음식점 업주와 사전협의 후 시범사업을 신청한 지자체를 대상으로 시설의 시급성, 적정성, 효과성 등 고려 선정
- 선정위원회를 구성하여 대상 선정
- 사업의 시급성, 사업유형, 지자체의 추진의지, 음식점 업주의 참여 의지(사전협의 여부 등) 지역별 형평성 등을 종합적으로 평가
○ 시범사업 우선 선정 사업
- 미세먼지·악취 개선의 시급성 및 개선효과가 인정되는 사업
- 시범사업을 추진하는 시군구의 지방비 확보계획이 명확한 사업
- 시범사업을 추진하는 음식점과 사전협의 등을 통해 사업추진계획이 구체적으로 제시된 사업
□ 시범사업 신청 지자체 역할
○ 시범사업 세부추진계획 수립, 방지시설 선정 및 기술검토, 집행관리, 사후관리 등을 위한 지자체· 사업참여 사업장·외부전문가 등으로 협의체 구성·운영
○ 방지시설 등 설치 후 사후관리 지원을 위한 유지비 지원, 기술 컨설팅 등 지원프로그램 개발·운영
○ 시범사업 지역 내 음식점이 참여할 수 있도록 적극 독려

<그림 16> 조리시설 설치지원사업 관련 계획(안)

○ 시범사업 추진

– 2단계 대기환경관리 기본계획에 수립된 조리시설 설치지원 시범사업에 앞서 지자체별로 수요를 반영한 사업 추진

– 설치 대상 우선순위 : 1) 주거지역에 인접해 있고, 2) 민원 발생이 많으며, 3) 설치지원사업에 의해 미세먼지 및 악취저감이 가능하고, 4) 지자체와의 협의가 완료된 사업장을 대상으로 선정

– 그 동안 진행된 소규모 배출사업장 지원사업에 추가하여 방지시설 설치에만 그치지 않고, 환경컨설팅 전문기관(지역 녹색환경지원센터 등)과 연계한 기술적 직원을 통해 지속적인 사후관리 체계 구축

– 유지관리가 쉽고, 장치의 성능이 연속적으로 안정적일 수 있는 기술적용과 관리대책 마련

○ 기대효과

– 생활주변 소규모 배출시설에 대한 관리를 통한 환경관리 사각지대 해소

– 환경설비에 대한 투자가 어려운 소공상인에 대한 지원을 통해 유해환경으로부터 국민건강 보호

○ 조리시설(집단급식소 포함) 미세먼지·악취 방지시설 설치지원 보조금 기준

<표 13> 설비별 보조금 지원액 (단위 : 만원)

		방지시설 설치비	보조금 지원액		
			국비	지방비	합계
방지시설	세라믹 필터	4,000	3,600	2,000	1,600
	흡착에 의한 시설				
	전기집진시설				
	복합방지시설				
	기타시설				

※ 보조금 지원금액은 방지시설 및 부대시설(송풍기, 배관 등) 설치비 포함이며, 지원대상 음식점의 면적, 테이블 수, 처리용량에 따라 산정

※ 미세먼지·악취 저감시설은 음식 조리과정에서 발생되는 미세먼지·악취 제거를 위한 특정시설로 **사물인터넷 측정기기 설치는 제외**

3. 소규모 배출시설 설치지원사업의 현황과 고려사항

○ 축소되고 있는 소규모 방지시설 설치지원 사업

- 지난 5년간 관련 사업비가 지속적으로 감소하여 '20년 대비 '24년 사업비가 22.4%로 감소
- 440,000백만원('20년) / 299,300백만원('21년) / 225,200백만원('22년) / 212,000백만원('23년) / 98,400백만원 ('24년)
- '24년의 경우 IoT 장비의 의무설치기간 도래('26년 6월)에 따라 IoT설치지원 사업이 몰리면서 대부분의 사업비가 IoT 설치지원으로 소요됨
- 사업비가 감축되고 있는 현실에서 '25년도 역시 IoT 설치지원으로 사업 집중이 예상되는 가운데 신규 사업비가 아닌 기존 사업비를 기반으로 사업이 추진될 경우 시범사업 추진에 어려움이 있을 수 있음 → **사업의 지속성과 유지관리까지를 고려한 사업추진을 위해 기존 사업비 할당이 아닌 신규 사업비 배분 필요**

❍ **배출방지시설에 국한된 지원사업**

- 기존 소규모 배출시설과 다르게 사후관리에 대한 관심 증대와 함께 관련 근거도 마련하였으나 조리시설의 경우 배출원이 산재되어 있고, 구간에 따라 간헐적인 고농도 배출이 발생하고 있어 배출원 전반에 걸친 관리가 요구됨
- 하지만 사업장의 배출특성과 포집설비에 대한 고려없이 후단의 방지시설 성능 개선에만 사업비가 할당되어 있음
- 기존 소규모사업장 지원사업의 경우도 배출원에 대한 관리는 배제한 채 후단 설비개선에만 비용과 초점이 맞춰져 있어 실효성이 떨어지는 의견이 분분함
- 배출원에서 배출된 오염물질이 후단의 방지시설로 온전히 이송된 후에야 방지시설이 제대로 된 효율을 발휘할 수 있다는 것을 감안할 필요가 있음 → **배출원 관리에 대한 부분 고려 필요**

❍ **방지시설 단가대비 낮은 사업비용**

- 현재 적용이 고려되고 있는 전기집진기나 여과집진설비, 활성탄을 이용한 하이브리드 방식은 설치비와 유지관리비가 높은 장치이나 현재 지원사업의 경우 지원 비용이 너무 낮게 책정되어 있음
- 수년전 진행된 사업을 기반으로 산정된 것으로 판단되나 코로나 팬데믹 이후 상승한 물가와 원자재 값을 감안하면 본 사업에서 제시하고 있는 적정기술에 대한 적용이 어려울 수 있음 → **물가상승 및 시장가격을 고려한 사업비 재검토 필요**

06 정책제언

○ 조리시설에 대한 관리범위 설정과 사업추진에 따른 신규 가이드라인 제시

- 서울, 경기권에서 수행된 지원사업에서는 사업장을 면적으로 구분한 뒤 대형 배출사업장을 위주로 지원사업을 추진
- 지역에 따라 50 ㎡ 또는 100 ㎡ 단위로 구분하였고, 최대는 300 ㎡로 제시함
- 전국의 사업장 규모와 주변 영향, 대기오염물질 배출량 자료를 조사하여 적정 규격화가 필요해보이며, 범위설정에 대한 근거마련과 관리대상 분류가 필요함
- 또한 2017년 제시된 “음식점 냄새관리 가이드북”을 대상으로 신규 설정된 규격과 사업장 현황정보, 최적가용기술(BAT)과 지원사업 내용 등을 포함하여 재구성(upgrade) 및 배포가 필요할 것으로 판단됨

○ 지원사업 추진에 따른 결과 분석

- 정책 추진에 있어 가장 중요한 것은 소요된 금액 대비 효과(비용편익)를 보았는지 또는 국민(주민)들이 얼마나 만족하는지에 대한 분석이 필요함
- 수년째 진행되고 있는 소규모사업장 지원사업의 경우 일부 지자체 또는 기관에서 단발적으로 효과 분석이 이루어지고 있으나 조 단위로 진행된 사업에 대한 환경개선 효과분석이 전혀 이루어지지 않아 사업의 지속성과 필요성에 당위성이 떨어지고 있음
- 본 사업의 경우 시범사업 준비시 개선효과 분석(비용편익분석)이 가능하도록 설계와 추진이 필요하며, 이를 통해 사업의 우선순위 선정과 지속여부 판단이 가능할 것임

○ 대기배출사업장으로의 분류 및 관리기준 설정

- 소규모사업장의 경우 대상물질(SOx, NOx, TSP)의 총배출량이 2톤 이하일 경우 배출량의 많고 적음에 상관없이 5종 사업장으로 분류하고 있음
- 조리시설의 경우 최근 인식변화에 따라 관련 민원이 증가추세에 있으며, 직화구이 시설의 경우 근로자 및 소비자들의 건강에 악영향을 미칠 수 있는 다수의 발암물질(PAHs, VOCs, PM)이 포함되어 있어 관리가 필요할 것으로 판단됨
- 우선적으로 대형사업장(200 ㎡ 또는 300 ㎡ 이상) 사업장을 대상으로 배출량 산정 및 실측을 통한 정량화 과정을 거쳐 관리 여부 확인이 필요해 보임
- 만약 배출허용기준에 준하는 농도나 배출량이 확인된다면 배출시설 신규포함 및 자가측정 의무화, 배출허용기준 설정 등 기존 소규모 사업장에 준하는 관리방안이 제시되어야 할 것임

○ 방지시설 설치와 운영에 대한 중장기적인 운영계획 수립

- 현재 계획 중인 조리시설 방지시설 지원사업의 경우 기존 4, 5종사업장에 부착예정인 IoT 설비가 부착되지 않아 방지시설의 적정운영 여부를 확인할 수 없으며, 지속 운영에 의해 저감효율이 감소되더라도 자발적인 청소나 유지관리가 이루어지지 않는다면 적정 운영여부를 확인할 수 없음
- 해당 사업에 대해 설치지원에만 머무르지 않고 중장기적으로 어떻게 관리할 것인가에 대한 구체적인 방안 제시가 필요함
- ‘24년 공고된 “조리시설 미세먼지·악취방지시설 설치지원사업”에서 지역 환경컨설팅 업체를 통한 지속적인 관리를 명시하고 있지만 아직까지 구체적으로 어떻게 지원할 것이며, 이에 소요되는 비용은 어떻게 마련할 것인지에 대한 대안이 제시되지 못하고 있음
- 대상 사업장이 선정되면 어떤 설비를 설치할 것이고, 이 설비에 대헤 상시, 주기적인 관리를 어떻게 할 것이며, 이때 소요되는 비용은 어떻게 마련할 것인가에 대해 중장기적인 운영계획 수립과 규격화 과정이 진행되어야 할 것으로 판단됨

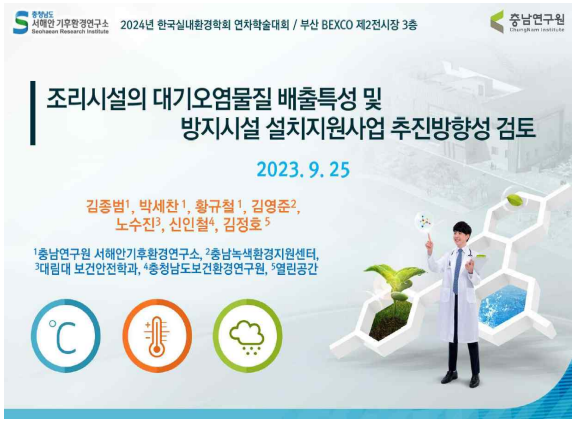
참고문헌

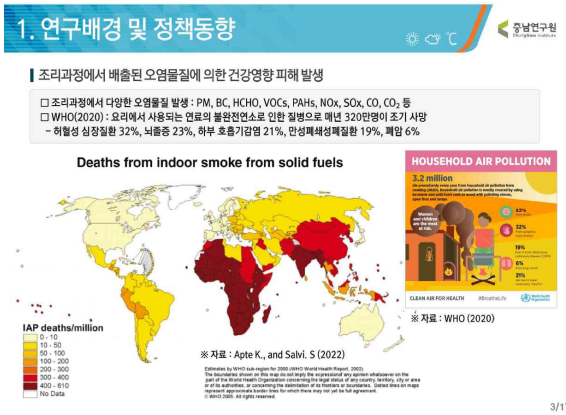
- Apte and Salvi (2016) Household air pollution and its effects on health, F1000 Research 5:2593
- Tormey et al (2023) The Effects of Cooking on Residential Indoor Air Quality: A Critical Review of the Literature with an Emphasis on the Use of Nature Gas Appliances, Innivative solutions for a complex world
- WHO (2006) World heath statistics 2024
- UN (2023) Pollution Action Note - Data you need to know
- Yuan, et al (2023) Impact of Commercial Cooking on Urban $PM_{2.5}$ and O_3 with Online Data Assisted Emission Inventory, Science of the Total Environment, 873,162-256
- 강병욱 등 (2014) 고기구이에서 배출되는 미세입자($PM_{2.5}$)의 배출원 구성물질 성분비 개발에 관한 연구, 한국대기환경학회지 30(1), 18-25
- 금강유역환경청 (2024) 제2차(2025~2029) 중부권 대기환경관리 기본계획(안)
- 더 외식(2024) 외식산업 현황
- 박성규 등 (2011) 생물성연소에서 발생하는 미세먼지 배출계수 개발에 관한 연구: 고기구이를 중심으로, 한국대기환경학회지 27(4), 426-435
- 서울특별시교육청 (2024) 보도자료(24.06.03), 서울시 교육청, '서울형 급식실 환기시설 개선 가이드라인' 발표
- 서양원, 심창섭 (2023) 요리매연의 효과적인 관리를 위한 정책 방향 연구
- 서장원 등 (2021) 직화구이 음식점 방지시설의 오염물질 저감 효과 평가, 한국입자에어로졸학회지 17(4), 115-123
- 세계일보 (2024) 학교급식 조리종사자 산재 5년간 6446건... 대책 필요
- 이명구 등 (2018) 주방 조리시 미세먼지($PM_{2.5}$) 배출특성과 관리 방안, The Journal of the Convergence on Culture Technology 4(1), 325-329

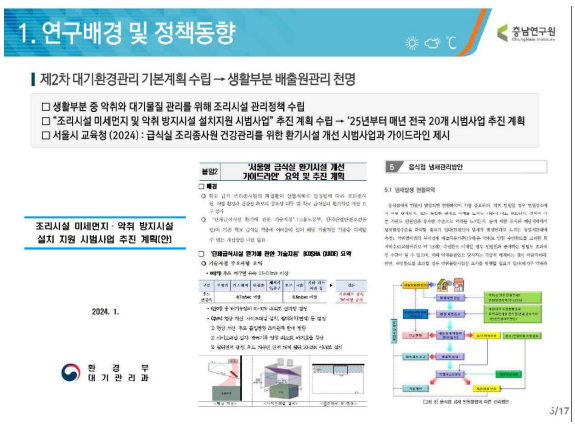
- 이태정 등 (2019) 직화구이 음식점의 악취 배출 특성 및 악취기여도 평가, 실내환경 및 냄새학회지 18(2), 121-130
- 안전보건공단 (2020) 카드뉴스, 밥짓다 쓰러지는 엄마노동자
- 원수란 (2021) 지하도상가 실내공기 및 주택 조리과정에서의 오염물질 발생 연구, 한국외대 박사학위논문
- 전학송 등 (2014) 전기집진과 하이브리드방식을 이용한 비규제시설에서의 악취제어, 실내환경 및 냄새학회지 13(2), 113-123
- 환경부 (2017) 음식점 냄새관리 가이드북
- 환경부 (2021) 도심 고기구이 음식점 악취저감을 위한 현장 통합관리시스템 개발
- 환경부 (2024) 조리시설 미세먼지·악취 방지시설 설치 지원 시범사업 추진 계획(안)
- 환경부 (2024) 2024년도 소규모 사업장 방지시설 설치 지원사업 국고보조금 업무처리지침

부록. 한국실내환경학회 연구성과 발표 자료

○ 일 시 : 2024년 9월 25일(수) ~ 27일(금) / 부산 벡스코 제2전시장 3층







2. 조리시설의 대기오염물질 배출 특성

충남연구원

조리시설에서 배출되는 악취/대기오염물질의 특징과 관리 어려움

□ **상이한 민감도** : 사람마다 악취에 대한 정의와 느낌이 다르고, 물리적으로 선형적인 상관관계를 가지지 않음

□ **배출공간의 분산 분포** : 원료보관실, 조리실, 폐기물처리실, 하수구 등 배출원이 분산 배치

□ **사업체의 낮은 경제여건** : 대부분 영세한 소규모 사업장으로 방지시설에 대한 비용투자와 관리가 어려움

□ **법적 규제 없음** : 조리시설에 대한 관리기준이나 조례 부재

□ **관련 시장 규모 작음** : 법적규제가 없고 관련 수요도 부족하다보니 관련 시장이 작음

□ **사업주 업무 증가** : 방지시설 설치/운영에 의한 사업주의 업무적, 경제적 부담 가중 (규제가 없는 상황에서 굳이..)

□ **폐기물 및 쓰레기 관리공간 부족** : 사업장이 대부분 적은 규모이다 보니 폐기물이나 쓰레기의 외부노출 많음

□ **악취의 배출원인 다양** : 다수의 개폐공간으로 조리시설 내 악취나 대기오염물질이 외부로 쉽게 유출

□ **방지시설 설치공간 부족** : 건물벽면이나 옥상부에 설치공간 협소 (또는 임차건물로 설치 어려움)

□ **방지시설 유지관리 어려움** : 유분으로 시설 내 점도가 증가하여 관내 퇴적과 장치효율 감소의 원인이 됨

□ **사업주의 낮은 관심** : 설치된 방지시설에 대한 유지관리가 제대로 이루어지지 않음

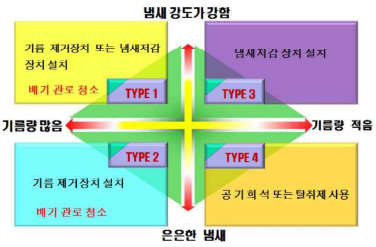
3. 조리시설 오염물질 관리 기술

충남연구원

조리시설 악취관리 방안

※ 자료 : 환경부 (2017) 음식점 냄새관리 가이드

□ 발생원 차단/격리 : 조리방법 변경, 배출원에 대한 밀폐나 차단, 폐기물 보관용기 밀폐 및 보관기간 단축, 하수도 덮개 설치 등
□ 국소배기장치 청소 : 가지 덕트에 대한 교체주기 단축 및 메인 덕트에 대한 주기적인 청소 실시, 적정 소요풍량 유지
□ 배출악취 희석 : 주변조건을 고려한 배출구 높이 증가, 배출구 방향 변경, 송풍량 변화를 통한 토출속도 증가 등



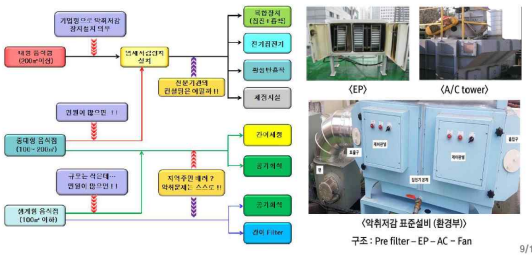
3. 조리시설 오염물질 관리 기술

충남연구원

조리시설 규모에 따른 악취관리 방안

※ 자료 : 환경부 (2017) 음식점 냄새관리 가이드

□ 환경부(2017)에서 조리시설 규모와 민원여부에 따라 적정 관리방안 제시
□ 음식점 규모를 100 ㎡이하와 100~200 ㎡, 200 ㎡ 이상의 3단계로 구분
□ 저감시설은 크게 전기집진기 / 흡착/예의한 시설 / 세정집진장치 / 여과집진장치 / 공기희석의 5가지 방법을 제안



〈EP〉

〈A/C tower〉

〈악취저감 표준설비 (환경부)〉

구조 : Pre filter – EP – AC – Fan

3. 조리시설 오염물질 관리 기술

충남연구원

조리시설 방지시설 지원 사례

※ 자료 : 서장원 등 (2021), KAPAR 17(4) 115-123

□ 서울시에서 진행한 악취방지시설 지원사업 추진 사업장 (6개소) 대상 성능평가 실시
□ 적용기술 : 전기집진장치 → TSP 기준 64.5~86.0%의 저감효율 / 가스상 오염물질은 효과 애매함
□ 복합악취에 대해서는 일부 개선효과(28.6~58.0%) 보임
□ 단 대부분의 사업장에서 EP의 집진극 관리가 이루어지지 않고 있어, 집진효율 감소의 요인으로 작용

		A 사업장	B 사업장	C 사업장	D 사업장	E 사업장
연소형태		가스	가스	숯불	숯불	숯불
대상		생삼겹살	닭꼬치	닭꼬치	양념고기	장어구이
EP 효율	THC (%)	64.7	6.8	-8.9	14.7	-18.4
	TSP (%)	86.0	81.2	85.4	64.5	85.6
	복합악취 (%)	50.0	58.0	28.6	33.3	50.0

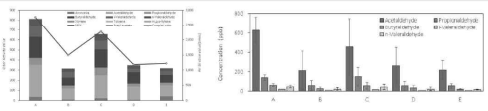
3. 조리시설 오염물질 관리 기술

충남연구원

조리시설 방지시설 지원 사례

※ 자료 : 이태정 등 (2019), J. Odor. Indoor Environ. 18(2) 121-130

□ 경기도 내 300 ㎡ 이상 규모의 대형식당 5개를 대상으로 선정 (경기도 악취저원사업 대상 사업장)
□ 사용연료 : 숯불 / A 음식점 소고기, B, D, E는 돼지, C 오리 취급
□ 설치장치 : A와 E는 활성탄필터+EP / B와 C는 원통형 EP /D 다공성 세라믹필터가 설치된 여과집진장치 설치
□ 복합악취와 고기구이 양과의 상관계수(R^2)는 0.48로 고기종류보다 고기양에 따른 영향이 크게 나타남
□ 복합악취 저감효과 분석 : 1차 : 70.0~95.0% / 2차 30.7~90.0%
– 1차보다 2차때 저감효율 감소 → **방지시설의 유지관리 여부에 따라 EP의 효과 및 지속성 차이가 크게 나타남**



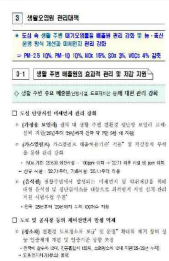
	A 사업장	B 사업장	C 사업장	D 사업장	E 사업장
복합악취	2,770배	1,500배	2,288배	1,187배	1,221배
측정범위	1,225~6,476	1,000~3,000	669~4,481	669~2,080	1,000~1,442
배출허용기준 (500) 대비 분율	5.5	3.0	4.6	2.4	2.4
저감효율 (1차, %)	77.7	95.0	73.3	80.5	70.0
저감효율 (2차, %)	60.6	90.0	70.0	74.1	30.7

4. 조리시설 방지시설 설치지원 사업 검토

충남연구원

제2차 대기환경관리 기본계획

□ 제3차 대기환경관리 종합계획(2023~2032)에 따라 각 권역별로 제2차 대기환경관리 기본계획(2025~2029) 수립 중
□ 생활오염원 관리대책 : 생활주변의 미세먼지 및 악취관리를 위해 대형 음식점 및 집단급식소를 대상으로 시설지원사업 예정
□ '25년부터 '29년까지 전국 누적 100개소 지원(시범)사업 추진 / 총액 60억원 (국비 30억원, 지방비 24억원, 자부담 6억원)

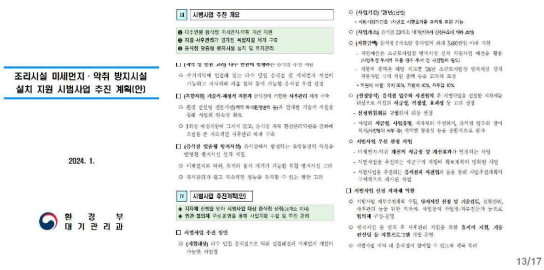


4. 조리시설 방지시설 설치지원 사업 검토

충남연구원

조리시설 미세먼지 및 악취 방지시설 설치지원사업

□ 생활악취 중 음식점관련 악취민원 증가 / 음식점을 대기배출 및 악취관리사업장이 미포함 → 관리 사각지대
□ 악취방지법에 따라 지자체 조례로 지정하여 관리하도록 하고 있으나 현장 적용성 낮음, 소규모사업장으로 자체관리 어려움
□ 음식점의 경우 유적과 미세먼지, 악취 및 유해화학물질이 동시 배출 → 지속적인 유지관리 필요


조리시설 미세먼지 · 악취 방지시설
설치 지원 시범사업 추진 계획(안)

2024. 1.

환 경 부
대 기 관 리 과

Ⅲ 시범사업 추진 개요
Ⅳ 시범사업 추진체계(안)

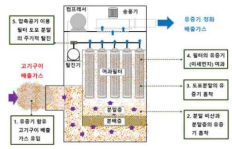
13/17

4. 조리시설 방지시설 설치지원 사업 검토

충남연구원

조리시설 미세먼지 및 악취 방지시설 설치지원사업

□ 지원대상 : 다수 민원 음식점으로 악취 민원해결과 미세먼지 개선이 가능한 사업장
□ 지자체의 신청을 받아 시범대상 음식점 선정 (전국 20개소 이내)
□ 음식점 1개소당 최대 3,600만원 이내 지원
 - 기존 서울시의 경우 최대 1천만원 한도에서 방지시설 설치비 70% 이내 지원
□ 지원예산 : 소규모사업장 방지시설 설치지원 사업 예산을 활용
 - 소규모방지시설 설치지원 사업 비용 : '24년 1,000억원 → '25년 100억원으로 전체예산이 1/10로 감소 예정
 - 국비 50%, 지방비 40%, 자부담 10%
□ 음식점 미세먼지 및 악취 저감 최적방지기술 (4개)
 - 세라믹(DPF) 필터 + 촉매 / 전기집진기 + 촉매 / 분말촉매필터 + 건식산화 / 습식전기집진기 + 건식산화



14/17

4. 조리시설 방지시설 설치지원 사업 검토

충남연구원

방지시설 설치지원사업의 한계점 검토

□ 축소되고 있는 소규모 방지시설 지원사업
 - '20년 관련 사업이 추진된 이후 매년 사업비 감소 추세. '25년도의 경우 '24년 대비 1/10 수준으로 감소 예상
 - 신규사업비가 아닌 기존 사업비를 기반으로 시범사업 추진 (경쟁 치열)
 - IoT 부착 의무설치한이 '25년 6월로 만료됨에 따라 조리시설보다는 IoT 설치 지원으로 비용 몰림 예상

□ 후단의 후처리시설에 국한된 지원사업
 - 조리시설의 경우 배출원이 산재되어 있고, 간헐적으로 고농도 배출이 진행
 - 하지만 배출원에 대한 고려와 포집 과정을 배제한채 후단의 방지시설 설치지원 사업에만 비용산정
 - 배출원에 대한 포집 효율이 우선시 된 이후 후처리장치가 온전히 제기능을 발휘 → 배출원관리 필요

□ 방지시설 단가대비 낮은 사업비용 (물가상승을 미고려)
 - 전기집진나 여과집진기의 경우 단가가 높은 후처리장치이나 지원사업의 비용이 낮게 산정
 - 물가나 재료비 상승 등을 감안시 적정기술의 적용 어려움 (기존 사업비용을 기반으로 사업단가 산정)

□ 단편적인 지원사업 진행
 - 지원사업 이후 어떻게 관리할 것인가에 대한 내용이나 검토가 없음
 - 지원사업 이후 관리를 위한 메뉴얼 제작 및 배포, 그리고 연속적인 관리가 이루어질 수 있는 시스템 구축 필요

15/17

5. 정책제언

충남연구원

□ 조리시설에 대한 관리 범위 설정과 가이드라인 제시
 - 현재 100, 200, 300 ㎡ 등 3개로 대, 중, 소로 구분 → 범위설정 근거마련 및 관리대상 선정 필요
 - 각 시설별 관리 가이드라인 개발 및 배포

□ 지원사업 추진에 따른 결과 분석 추진
 - 기존 소규모 배출사업장 지원사업의 경우 개선 전후에 대한 효과 분석이 공식적으로 이루어지지 않고 있음
 - 정책은 비용편익이 산정되어야만 지속 여부가 결정되는 만큼 조리시설 지원사업에 대한 개선효과 분석 필요

□ 대기배출사업장으로의 분류 및 관리기준 설정
 - HAPs, VOCs 등 유해화학물질이 다량 배출되는 만큼 대기배출사업장으로 분류 필요
 - 배출시설로 지정 및 자가측정 의무화, 배출허용기준 물질 및 기준 설정 필요

□ 방지시설 설치 의무화 및 지원사업 발굴
 - 관리 및 배출허용기준을 기반으로 방지시설 설치 의무화 필요
 - 단 규모 등에 기준 적용시 우선순위와 단계를 정하고 경제 여건을 고려하여 적용 필요

□ 장기적인 관점에서 관리대책 수립 및 배출량 기반 신규관리종으로 분류방안 검토
 - 단편적인 지원대책보다는 장기적으로 관점에서 배출관리 및 유지관리 시스템 개발이 필요
 - 배출량을 검토하여 종내 여입 불가시 5종 외에 특수 경우를 적용하여 신규 관리종으로 관리를 제안

16/17