



도시화재와 시민건강영향

Fire and Public Health

일시: 2026년 8월19일(수) 오후2시
Online forum

주최: 환경보건시민센터(Eco-Health), 환경보건전국네트워크,
인천환경운동연합, 대전환경운동연합, 광주환경운동연합

사회: 백도명 명예교수 (서울대 보건대학원)

발제1: 화재와 시민건강대책 - 이종태 교수 (고려대 보건정책과학부)

발제2: 사례발표

- 2026년 인천 쿠광화재: 인천환경운동연합 이충현

- 2025년 광주 금호타이어화재: 광주환경운동연합 정은정

- 2023년/2026년 대전화재: 대전환경운동연합 표소진

발제3: 광주화재와 건강영향조사 - 이철갑 교수 (조선대 의대)

발제4: 대전화재와 급성건강영향 - 한창우 교수 (충남대 의대)

종합토론

- 2025년 경북산불과 주민건강: 안동환경운동연합 서옥림

: 문의: 최예용 010-3458-7488 (환경보건시민센터)

'쿠팡 화재' 이후

시민 노출 기록과 환경보건 대응 매뉴얼

대형 물류센터 화재는 소방·안전사고이면서 동시에 지역사회
환경보건 사건이다

이종태
고려대학교 보건과학대학 교수
건강영향 특성화 미세먼지연구관리센터 센터장

2026.08

문제의식: 진압 이후의 “노출기록 공백”



화재

가연물·연소조건에 따라 유해물질 조성이 달라짐



연기·분진

풍향·대피·실내유입에 따라 주민 노출 발생



기록 부재

수년 뒤 건강문제 발생 시 원인규명 어려움



매뉴얼

소방 대응과 동시에 환경보건 대응을 가동

“측정은 불안을 키우는 장치가 아니라, 불확실성을 줄이는 공공의 기록”

대형 물류센터 화재 연기의 독성 스펙트럼



건강영향: 같은 연기라도 “시간축”이 다르다

노출직후
수분~수시간

눈·목 따가움
두통·어지럼
기침·호흡곤란

초기 추적
수일~수주

천식·COPD 악화
심혈관 증상
불안·수면장애

장기 추적
수년~수십년

암 등 잠복질환
만성호흡기질환
인과성 규명 필요

핵심: 초기에 측정하지 않으면, 장기 질환 발생 시 “노출 재구성”이 불가능하거나 신뢰도 문제발생

건강피해 사례 ①소방관: 반복·고강도 노출



IARC(2022/2023): “소방관 직업노출은 사람에게 발암성 있음(Group 1)”

- 연소생성물(PAHs, PM), 건축자재(석면), 소방 폼(PFAS), 디젤 배출 등 복합노출
- 진압 후 “잔불정리/해체(overhaul)” 단계에도 잔류 오염 가능
- PPE 착용만으로 충분하지 않아 제염, 노출기록, 건강 모니터링이 함께 필요

매뉴얼 포인트: 현장 투입자별 시간·위치·임무·보호구·제염 여부를 기록

건강피해 사례 ② 자원봉사자·복구작업자: “좋은 의도”와 무방비 노출



9·11 세계무역센터 사례

구조·복구 인력과 자원봉사자, 주민·학생 등을 등록해 반복 설문과 건강자료 연계를 수행. 장기영향 규명의 기반이 됨.

위험 지점

현장 정리·청소·폐기물 운반·임시대피소 지원 과정에서 분진·잔류물·소화수 접촉 가능. 보호구·교육·제염 체계가 불균등할 수 있음.

매뉴얼 포인트

자원봉사자도 “비공식 노출집단”으로 등록. 교육, PPE 지급, 출입통제, 작업 시간 기록, 증상 신고체계가 필요.

건강피해 사례 ③ 주변 주민: “공식 대피대상” 밖의 노출도 기록해야



국내 사례 신호: 두통·눈 따가움·속쓰림, 심리상담, 대피소 체류 등 주민 불안과 증상 호소

노출경로

연기·분진 흡입
실내 유입
침적먼지 접촉

취약집단

어린이·노인
임신부·장애인
심폐질환자

필요자료

시간·위치
실내외 체류
증상·의료이용

주민 조사는 “피해 입증”만이 아니라, 안전을 확인하고 불안을 낮추는 절차

외국 대응 사례: “측정-공개-등록-추적”이 함께 움직인다

사례	핵심 대응	한국 매뉴얼에 주는 시사점
Moss Landing 배터리 화재 (미국, 2025)	미국 EPA가 HF·PM 모니터링, 9개 측정지점 설치, 풍향·주변 커뮤니티 고려	시설특성별 우려물질 목록과 이동식/고정식 측정망 사전 지정
East Palestine 열차 사고 (미국, 2023)	고정·이동 측정 + 600채 이상 주택 실내공기 선별검사	실시간 장비와 시간통합 시료를 병행하고 실내노출을 확인 환경측정과 주민 건강조사 병행
Grenfell Tower 화재 (영국, 2017)	장기 인구건강 모니터링·5년 건강웰빙 조사·지역사회 참여	화재를 장기간 회복이 필요한 지역사회 재난으로 인식
WTC Registry 9·11 재난 (미국, 2002)	노출경험·건강조사 반복을 위한 건강등록체계 수립 장기추적 조사	노출기록 없이는 잠복질환의 원인규명이 어려움

대형화재 환경보건 대응 매뉴얼의 4대 기능

판단

대응 개시기준
시설·화재등급
우려물질 선정

보호

대피·실내대피
취약집단 우선
학교·요양시설 조치

기록

측정·치료채취
주민 노출등록
의료이용 기록

추적

건강조사 반복
자료 연계·보관
지역사회 공개

“진압 중심 대응”에서 “지역사회 환경보건 대응”으로 확장

초기 24시간: 오염물질을 “놓치지 않는” 체계



“측정하지 않은 물질”과 “측정했으나 검출되지 않은 물질”을 반드시 구분해 공개

1주-1년: 노출등록과 건강추적을 시작하는 기간



1주

주민 노출등록 개시
실내먼지·침적먼지
증상·의료이용 수집

1개월

초기 건강조사
취약집단 추가조사
자료 품질검토

6개월

반복 설문·진료자료 연계
환경시료 보관 점검

1년+

장기 추적
암·호흡기·정신건강
역학연구 기반 마련

사건 초기의 측정·등록 자료는 “향후 인과성 판단”을 가능하게 하는 기본 자료

광역시·지자체 운영모델: 상설 환경보건 대응체계

광역시
재난안전대책본부

소방본부
현장지휘

보건환경연구원
측정·분석

보건소·의료기관
노출등록·진료

지역대학·전문가
자문·평가

현장지휘체계에 “환경보건 책임자”를 공식 배치



경기도는 지난 22일 추미애 경기도지사 주재로 ‘인천 물류센터 화재 관련 긴급 대책회의’를 개최하고, 예방부터 현장 대응에 이르는 도내 물류시설 화재안전관리 종합 강화대책을 확정했다고 23일 밝혔다.

(경기일보 2026.07.23)

지자체 매뉴얼에 반드시 들어가야 할 체크리스트

① 발동 기준

대형 창고·공장·폐기물·배터리 시설 / 주거지·학교·요양시설 근접 / 장시간 연소

④ 주민 보호

풍향 기반 대피·실내대피·마스크·학교 조치 / 취약집단 우선 보호

② 물질 목록

시설별 적재물·MSDS·배터리·세정제·플라스틱·화학제품 정보의 평시 확보

⑤ 노출등록

위치·시간·대피·증상·의료이용·심리상태 / 개인정보 보호와 장기 보관

③ 측정·시료

PM/CO 실시간 + VOCs·PAHs·중금속·다이옥신 등 시간통합 시료 / 실내·토양·소화수

⑥ 공개·소통

물질별 농도·위치·시간·검출한계·판단기준 공개 / 미측정과 불검출 구분

매뉴얼의 성공 기준: “빠른 발표”가 아니라 “검증 가능한 기록과 주민 신뢰”

정책 제안: 지자체가 먼저 움직일 수 있는 5가지

- 1 조례·고시 대형화재 환경보건 대응계획 수립 의무화
- 2 시설정보 위험시설 적재물·화학물질 정보 사전 제출
- 3 상설팀 소방+보건환경연구원+보건소+의료기관 협약
- 4 자료포털 측정자료·조치내용·FAQ 실시간 공개
- 5 훈련·평가 연 1회 이상 합동모의훈련과 사후평가

목표

대응 기준을 “불을 끄는 것”에서 “노출을 기록하고 건강을 보호하는 것”으로 확장

불은 꺼져도 노출 기록은 남겨야 한다: 시민 노출 기록과 환경보건대응 매뉴얼

이 종 태

고려대학교 보건과학대학 교수

건강영향 특성화 미세먼지연구·관리 센터 센터장

지난 7월 18일 오전 6시 54분 인천 석남동의 쿠팡 물류센터에서 발생한 화재는 대규모 물류 시설 화재가 단지 건물 내부의 안전사고에만 그치지 않는다는 사실을 다시 보여주었다. 생활용품과 포장재 등 많은 가연물이 보관된 시설에서 불이 장시간 이어지면서 검은 연기와 분진이 주변 주거지역으로 퍼졌고, 주민 대피와 학교 주변의 보호조치까지 필요해졌다. 다행히 대규모 인명피해는 피했지만, 화재 대응을 ‘불을 끄고 건물의 안전을 확인하는 일’로만 이해해서는 충분하지 않다. 주민들이 무엇을, 어느 정도, 얼마나 오래 들이마셨는지를 확인하고 기록하는 환경보건 대응이 동시에 시작되어야 한다.

현대의 물류센터에는 종이상자뿐 아니라 플라스틱, 합성섬유, 고무, 세정제, 전자제품과 배터리 등 매우 다양한 상품이 보관될 수 있다. 따라서 화재 연기의 성분은 어떤 물품이 탔는지, 연소 온도와 산소 공급 상태가 어떠했는지에 따라 크게 달라진다. 미세먼지와 일산화탄소 외에도 벤젠과 포름알데히드 같은 휘발성유기화합물, 다환방향족탄화수소, 산성가스, 중금속성분 등이 발생할 수 있으며, 염소계 물질이 불완전 연소할 때는 다이옥신류가 생성될 가능성도 있다. 실제 건축자재와 생활제품의 연소 연구에서도 일산화탄소, 포름알데히드, 아크롤레인, 염화수소, 시안화수소, 벤젠과 다환방향족탄화수소 등이 화재 연기의 주요 물질로 분석되었다.

이러한 물질은 눈과 목의 자극, 두통, 호흡곤란과 천식 악화 같은 급성영향을 일으킬뿐 아니라, 벤젠이나 일부 다환방향족탄화수소처럼 장기적으로는 암 발생과 관련된 물질도 포함된다. 국제암연구소는 벤젠을 사람에게 암을 일으키는 1급 발암물질로 분류하며, 미국 환경보호청도 벤젠과 벤조[a]피렌을 인체 발암물질로 표기하고 있다. 물론 모든 화재에서 모든 유해물질이 같은 농도로 발생하는 것은 아니다. 바로 그래서 사고 초기에 무엇이 탔는지 파악하고, 실제 대기와 침적먼지에서 어떤 물질이 검출되는지를 측정해야 한다.

이번 사고에서 인천시는 화재 현장 반경 1km 안의 측정소와 학교·아파트 주변에 장비를 배치해 대기질과 유해물질을 감시하고, 진화 수의 하수처리장 유입과 수질도 점검했다. 임시대피소 운영, 호흡기 진료와 심리상담, 학교 마스크 지원도 이루어졌다. 이는 과거보다 진전된 대응이며 긍정적으로 평가할 일이다.

그러나 ‘미세먼지 평균 농도 $16\mu\text{g}/\text{m}^3$, 유해물질 특이사항 없음’이라는 공개된 보도만으로는 구체적으로 어떤 물질 목록과 측정 위치, 시간 간격, 분석 방법 및 검출한계에 근거한 것인지 확인하기 어렵다. 실시간 장비는 급격한 농도 변화를 신속히 파악하는 데 유용하지만, 화재 연기의 정확한 조성구성과 지속성 유해물질을 모두 확인할 수 있는 것은 아니다. 미국 독성물질질병등록청(ATSDR, Agency for Toxic Substances and Disease Registry)도 화재 시 실시간 감시와 함께 필터와 흡착관 등을 이용한 시료 채취를 통해 연기의 정확한 성분과 농도를 확인

할 것을 제안하고 있다. ‘현재 수치가 낮다’는 사실과 ‘주민에게 의미 있는 노출이 전혀 없었다’는 판단은 같은 말이 아니다.

외국의 대응 사례는 화재 대응의 범위가 어디까지 넓어져야 하는지를 보여준다. 2025년 미국 캘리포니아 모스랜드 배터리 저장시설 화재 때 미국 환경보호청은 지방정부의 요청을 받아 화재 직후 주변에 아홉 곳의 측정지점을 설치했다. 배터리 화재에서 특히 우려되는 불화수소와 입자상물질을 반복 측정하고, 그 결과를 수시로 관계기관과 지역사회에 공유하면서, 지방정부의 대피와 건강보호 조치 실행 판단에 활용하였다.

2023년 오하이오주 이스트 팔레스타인에서 유독물질을 신고 가던 화물열차가 탈선하면서 대규모 화재와 유해 화학물질 유출사고가 발생하였다. 이 때 사고 현장과 지역사회 공기질 뿐 아니라 주민 주택 내부까지 조사 대상에 포함되어서, 미국 환경보호청은 600채가 넘는 주택에서 실내공기 선별검사를 시행하고, 휘발성유기화합물에 대한 대기 시료를 채취했으며, 이동식 실험실과 주민지원센터를 운영했다. 또한 독성물질질병등록청은 주민의 당시 위치와 증상, 의료이용을 조사하는 화학물질 노출평가를 수행했다. 즉, 환경 측정과 주민 건강조사를 함께 시작한 것이다.

2017년 영국 그렌펠타워 화재 뒤에는 화재 발생일부터 주변 대기질을 감시하고, 이후 토양검사와 장기 공중보건 프로그램을 함께 운영했다. 지방정부의 공중보건팀은 유가족과 생존자뿐 아니라 현장 대응자와 지역주민의 건강을 장기적으로 살피는 역할을 맡았다. 화재를 순간적인 안전사고가 아니라 장기간 회복이 필요한 지역사회 재난으로 본 것이다.

장기 건강추적의 필요성을 가장 분명히 보여주는 사례는 9·11 세계무역센터 재난이다. 뉴욕시와 미국 독성물질질병등록청은 2002년 세계무역센터 건강등록체계를 만들었고, 2003년부터 2004년까지 구조대원, 근로자, 주민과 학생 등 7만1000명 이상의 등록을 마쳤다. 이후 반복 조사를 통해 호흡기질환, 암과 정신건강 문제 등을 장기간 추적하고 있으며, 관련 질환에 대한 의료 모니터링과 치료체계도 운영되고 있다. 이 등록체계는 수년 또는 수십 년 뒤 나타나는 질환을 재난 당시의 노출과 연결하는 중요한 기반이 되었다.

이제 우리도 주거지역 가까이에서 대형 물류창고·공장·폐기물시설 등의 화재가 발생할 때 즉시 작동하는 ‘**지역사회 환경보건 대응 매뉴얼**’을 마련해야 한다. 매뉴얼에 포함될 내용으로 첫째, 화재 규모와 지속시간, 풍향, 시설의 적재물 목록을 바탕으로 화재 초기 단계에서 바람이 불어오는 쪽과 불어가는 쪽, 학교·어린이집·아파트·요양시설을 중심으로 오염 측정기를 배치에 관한 내용이다. 미세먼지·일산화탄소·휘발성유기화합물의 실시간 감시와 함께 벤젠 등 개별 유기물질, 다환방향족탄화수소, 중금속, 필요할 경우 다이옥신과 퓨란을 분석할 수 있는 시간통합 시료를 확보해야 한다. 대기뿐 아니라 침적먼지, 토양, 실내먼지와 진화 수도 조사 대상에 포함할 필요가 있다. 둘째, 측정 결과는 단순히 ‘안전’ 또는 ‘이상 없음’으로 발표할 것이 아니라 물질별 농도, 측정시간과 위치, 분석 방법과 검출한계, 건강 보호 판단기준을 지도와 함께 공개해야 한다. 측정되지 않은 물질은 ‘검출되지 않음’이 아니라 ‘측정하지 않음’으로 명확하게 구분해야 한다. 그래야 주민이 결과를 신뢰할 수 있고, 외부 전문가도 판단의 적절성을 검토할 수 있다.

셋째, 풍향과 오염확산 예측에 따라 실내대피, 창문 폐쇄, 공기청정기 사용, 학교 휴업, 취약 주민 우선 대피를 구체적으로 안내해야 한다. 어린이, 노인, 임신부, 장애인, 천식과 심혈관질환이 있는 주민에게는 일반 주민보다 보수적인 보호 기준을 적용할 필요가 있다. 넷째, 자발적으로 참여하는 주민 노출등록체계를 사고 직후 개설해야 한다. 사고 당시의 거주지와 위치, 실내외 체류시간, 대피 여부, 냄새와 연기 경험, 증상과 의료이용을 표준화해 기록하고 일정 기간 추적해야 한다. 응급실과 지역 의료기관의 관련 증상 진료기록도 개인정보 보호를 전제로 연계할 수 있어야 한다. 미국의 화학물질 노출평가 프로그램은 주민조사, 가구조사, 응급실 환자 추적과 의무기록 검토를 지방정부가 즉시 활용할 수 있는 표준도구로 제공한다. 다만 생체시료 검사를 모든 주민에게 일률적으로 시행하는 것은 신중해야 한다. 화학물질마다 체내 잔류시간이 다르고, 사고 후 채취 시기가 늦으면 실제 노출을 반영하지 못할 수 있기 때문이다. 적절한 생체지표가 존재하고 채취 시기가 유효한 물질에 한해 전문가의 판단으로 시행하되, 검체를 장기 보관할 수 있는 절차를 미리 마련하는 것이 현실적이다.

환경성 암과 같은 질병은 노출과 진단 사이에 오랜 시간이 걸린다. 몇 년 뒤 특정 지역에서 질환이 늘었다고 해도 사고 당시의 오염물질과 주민별 노출 자료가 없다면 원인을 밝히기 어렵다. 반대로 사고 초기에 적절한 위치와 시간에 측정한 자료, 주민의 행동과 증상 기록이 남아 있다면 건강피해가 없었다는 사실도 훨씬 신뢰성 있게 확인할 수 있다. 측정은 불안을 키우기 위한 것이 아니라 불확실성을 줄이고, 주민과 행정을 모두 보호하기 위한 공공의 기록이다.

중앙정부가 모든 지역의 사고에 즉시 대응하기 어렵다면 광역시와 기초지자체가 먼저 책임을 져야 한다. 보건환경연구원, 소방본부, 보건소, 지역 대학과 의료기관이 평시에 역할을 정하고, 장비와 인력, 검체 보관, 주민등록과 자료공개 절차를 준비해야 한다. 현장 지휘체계에도 소방과 시설 안전뿐 아니라 환경보건 책임자를 반드시 포함해야 한다.

화재 진압의 종료는 주민 건강보호의 종료가 되어서는 안 된다. 불은 며칠 안에 꺼질 수 있지만, 노출의 흔적과 주민의 불안은 훨씬 오래 남는다. 화재 현장에서 가장 먼저 확보해야 할 것은 소화수뿐 아니라, 훗날 진실을 밝힐 수 있는 환경과 건강의 기록이다.

인천환경운동연합

인천 구판

화재 사례

인천 화재 사건으로 알아보는 환경 영향

발표자 | 이충현

발표일 | 2026.08.19.

소 속 | 인천환경운동연합

| 18.04.13. 인천 이레화학 화재



사고 요약도	
사고 일자	2018년 4월 13일 11시 47분경(UTC+9)
사고 유형	화재
사고 지점	인천광역시 서구 백범로910번길 49-6 이레화학공장
부상자	1명 ^[1] 기준
사망자	0명 ^{기준}

- 인명피해는 없었지만 화학사고라는 점에서, 단순 화재보다 관련 내용 언론보도 多
- 인천 3개 환경단체이름으로 논평 발표
- 후속기사로 피해액과 법정 다툼은 검색되지만, 화학물질 누출에 관한 조사 결과 찾기 어려움.

[성명서] 인천시 화학물질사고대응체계 미비, 서구 조례 제정은 깜깜

- 인천시 화학물질사고대응체계 마련되어 있지 않음이 이번 사고를 통해 확인
- 실질적인 사고대응매뉴얼 긴급히 마련하고 사업장 및 주민교육 진행해야
- 서구 등 기초지자체 화학물질안전관리조례 제정하고 인력과 예산 투입해야

| 18.04.13. 인천 이레화학 화재



사고 요약도	
사고 일자	2018년 4월 13일 11시 47분경(UTC+9)
사고 유형	화재
사고 지점	인천광역시 서구 백범로910번길 49-6 이레화학공장
부상자	1명 ^[1] [기준]
사망자	0명 ^[기준]

- 2015년 인천시 화학물질의 관리에 관한 조례 제정되었지만 이후 3년간 대응 메뉴얼 나오지 않음
- 이후 1차 (2019 ~ 2023), 2차 (2024 ~ 2028) 인천시 화학물질 안전관리계획 발표됨

| 18.05.21. 인천항 오토배너호 화재사고



- 수출을 위한 중고차를 실은 선박 화재
 - 67시간 화재. 2,474대 선적 1,588대 소실
- 인천보건환경연구원에서 대기 및 해양 수질 모니터링시행
 - 화재현장 주변에서 미세먼지 7~10배 측정
 - 악취는 1.5KM까지 영향

출처 - 오토배너호 선박 화재사고 대응 백서

| 20.11.19. 인천 남동공단 화장품 공장 화재

사고 요약도	
사고 일자	2020년 11월 19일 오후 4시 12분(UTC+9)
사고 유형	화재
사고 지점	인천광역시 남동구 고잔동 685-7번지 남동공단 실버렉스 화장품 제조업체 공장
부상자	9명
사망자	3명

- 화재 원인은 아염소산나트륨이라는 제1류 위험물 산화성 고체의 사용이라 추정.
- 그러나 피해를 키운 원인이 샌드위치 패널로 지목되면서 화학물질의 영향은 그다지 주목 받지 못함.

| 24.08.01. 인천 청라아파트 지하주차장 전기차 화재



발생일		2024년 8월 1일
발생 위치		인천광역시 서구 청라동 청라 제일풍경채2차 에듀&파크 지하주차장
유형		화재
원인		불명
인명 피해	사망	없음
	부상	없음
재산 피해		38억 추산 ^[1]

- 지하 주차장에서 전기차 화재
 - 차량 140여대 전소, 959대 그을음
- 비상계단과 배기구를 타고, 집 안으로 그을음 침범
- 생활공간에 아주 밀접하게 일어난 화재 사건이지만 전기
차의 지하주차장 제재만 후속조치로 비중있게 다뤄짐
- 재산상 피해에 대한 갑론을박은 이어졌지만 미세먼지 등
환경 피해에 대한 논의는 거의 이뤄지지 않음

- 당시 서구청이 백서 발행했으나, 민간에 공개되지는 않음

| 26.07.18. 쿠팡 인천 제 32물류센터 화재 사고

2026년 쿠팡 인천 제32물류센터 화재 사고



소방 대응 최고 단계	2단계
국가 소방동원령 ^[1]	2호 ^[2]

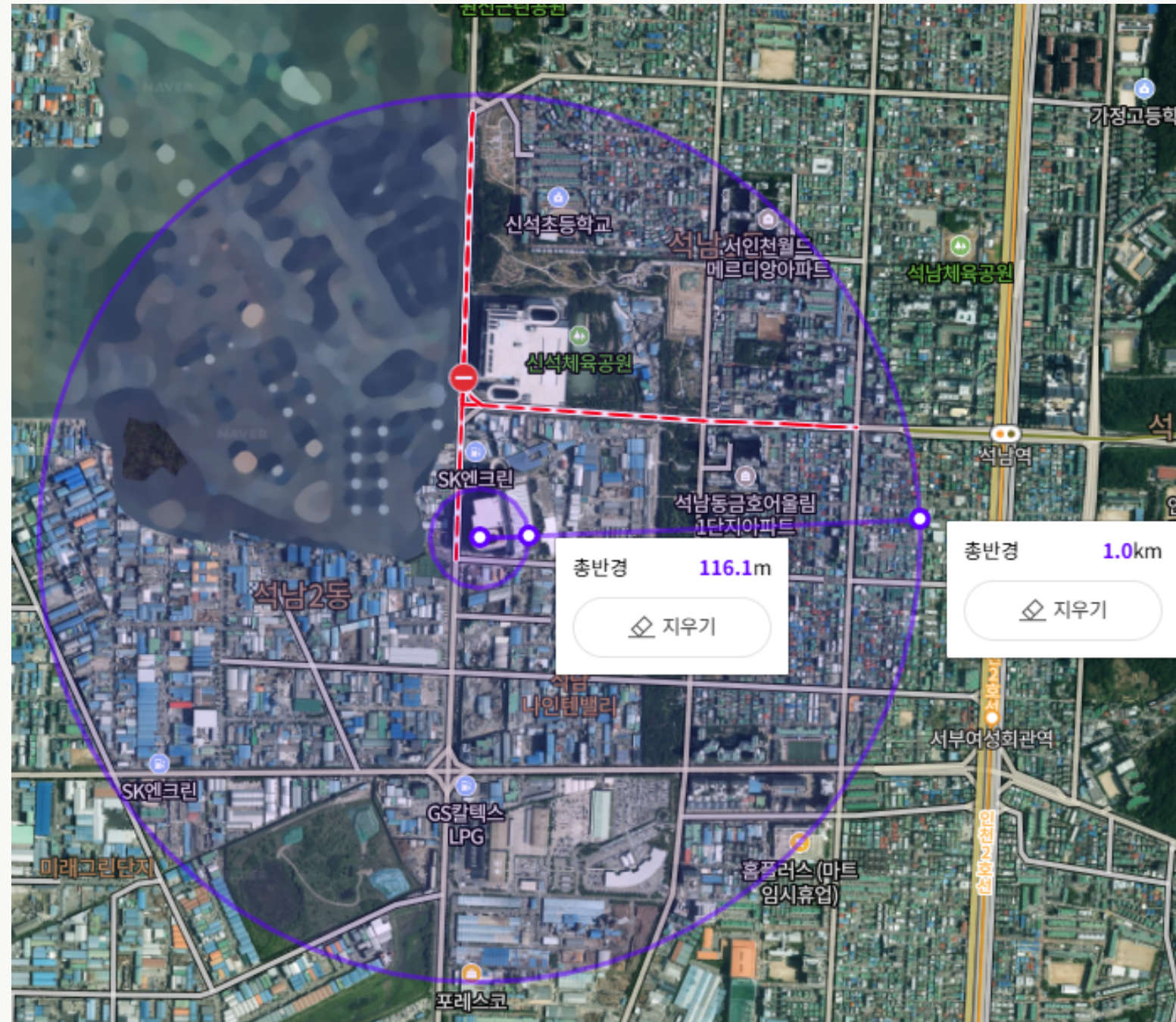
- 인천 석남동에 위치한 쿠팡 물류센터에서 화재
- 초기에 발견하여 초동대피로 인해 인명피해는 없었지만초진까지 61시간 완전까지 약 109시간
- 대피명령은 116M로 이뤄짐

인천광역시 서해구 공고 제2026-1734호

석남동 224-8 쿠팡 물류센터 화재 피해 관련 대피명령 공고

인천광역시 서해구 석남동 224-8 쿠팡물류센터 화재로 인한 해당 건축물 붕괴 위험에 따라 「재난 및 안전관리 기본법」 제40조제1항에 따른 대피 명령이 다음과 같이 발령되었음을 공고합니다.

| 26. 07. 18. 쿠팡 인천 제 32물류센터 화재 사고



- 반경 1KM 대략 30000~33000여명 거주
- 인천보건환경연구원. 17종 조사.
 - 벤젠만 2.5배지만 기준치 이하. 나머지는 변동 없음

사회 > 인천

쿠팡화재로 주민 300여 건 피해 접수

| 140여 건은 '연기 흡입' 의료비 요청

김성웅 기자 입력 2026.08.04 19:08 | 2026.08.05일자 6면 | 댓글 0

구글에서 기호일보 기사 추천받기 +

| 26.07.18. 쿠팡 인천 제 32물류센터 화재 사고

쿠팡 물류센터 (석남동 228-4) 화재피해 접수절차 안내

지난 7월 18일(토) 발생한 석남동 쿠팡 물류센터 화재로 인해 큰 불편과 피해를 겪고 계신 주민 여러분께 깊은 위로의 말씀을 드립니다.

쿠팡 물류센터를 운영총괄하는 쿠팡 풀필먼트서비스 유한회사(CFS)에서 화재피해접수를 개시하여 아래와 같이 알려드리오니 피해주민들께서는 피해접수에 차질없으시길 바랍니다.

피해지원센터 (현장상담)

- 운영기간: 2026년 7월 27일(월) ~ 9월 30일(수) [매일 운영]
- 장소: [신현원창동 제2청사 1층 대강의실](#)
(인천광역시 서해구 가정로335번길 3)
- 운영시간: 오전 9시 ~ 저녁 6시
- 준비물: 신분증

- 피해 보상 접수 운영
- ~8/5 임시 대피소 운영. 분진재 등으로 귀가 어려울시 그에 따라 보상

임시 대피소를 쉽사리 뜨지 못한 주민들의 거주지는 지난달 18일 불이 난 석남동 쿠팡 물류센터와 불과 300~400m 거리에 있다. 주민 송유정(45)씨는 “쿠팡 물류센터의 내부 철거가 진행 중인 현재도 바람이 불면 집으로 분진과 검은 재가 날아온다”며 “매일 집에 가 직접 손으로 쓸고 닦는데, 구청에선 쿠팡에 보상 증빙용 영수증을 청구하라고 하니 답답하다”라고 했다.

| 그래서?

1. 피해 추적이 잘 되지 않는다.
 - a. 인천시보건환경연구원에서 대기질 모니터링 한 언론보도는 있으나, 남겨진 기록은 찾기 힘들
2. 모니터링 기록도 보기 힘들다.
 - a. 문제 없다 라는 언론보도 한 건. 실시간 확인 어려움.
3. 신청해야 하는 피해 보상

| 결론은

“

공동으로 조사, 선제적인 지원

”

마무리

THANK YOU

감사합니다

끝까지 함께해 주셔서 감사합니다.

발표자 | 이충현

이메일 | inchon@kfem.or.kr

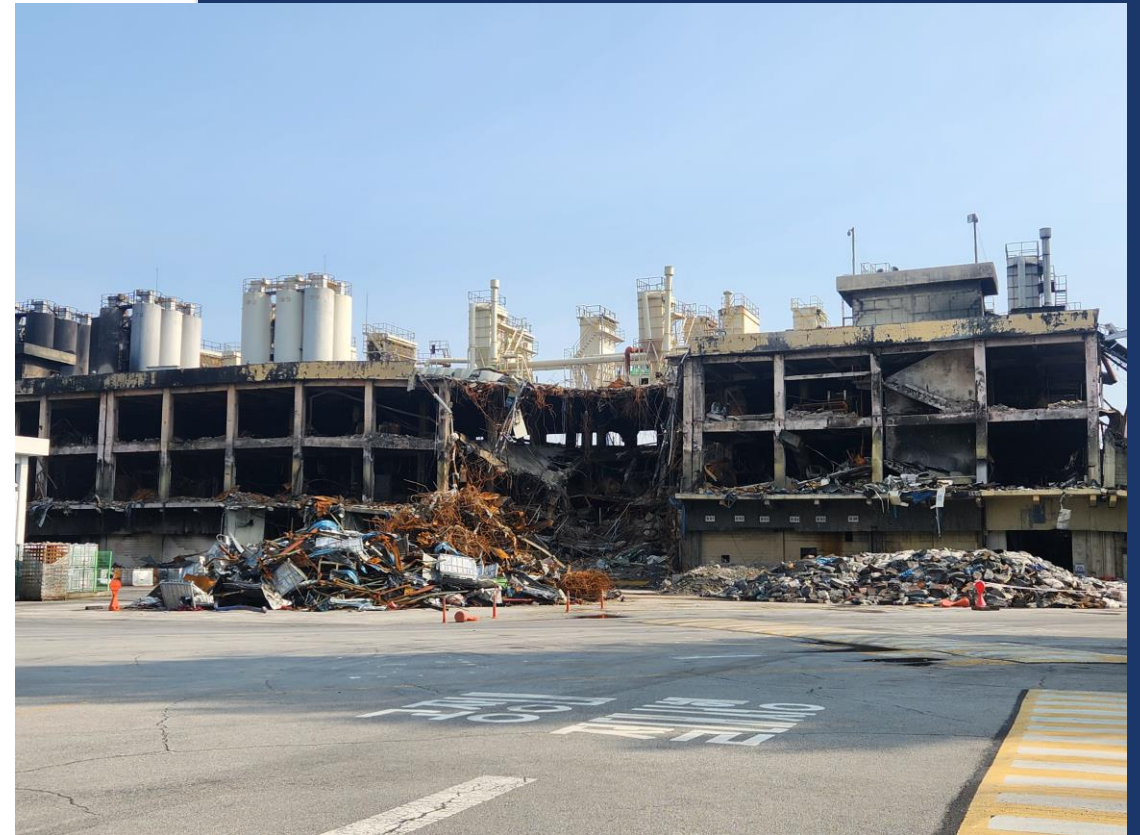
연락처 | 010-3131-0302

제9회 환경보건시민센터 포럼

2025년 금호타이어 화학물질 화재사고

사건 개요와 광주환경운동연합 대응현황

광주환경운동연합 조직국장 정은정



1. 사건 개요

발생 시점

2025년 5월 17일(토)
오전 7시경

발화 지점

금호타이어 광주공장
2공장 정련공정
(생고무 예열장치)에서 발화

사건의 성격

타이어 제조공정에서 대량의
유해화학물질이 연소한 화재
→ 단순 화재를 넘어
'환경 재난'으로 접근

핵심 질문 | 화재를 얼마나 빨리 진압했는가를 넘어, 무엇이 연소했고 어디까지 영향을 미쳤는가?

2. 사고 위치와 초기 대응

공장 인근에 생활권이 밀집해 있어 지역사회 환경·건강 영향이 중요한 쟁점이 됨



반경 700m 이내에

- 소촌서라 1·2·3차 아파트
- 송광 2·3차 아파트
- 힐스테이트광산아파트
- 대화아파트

- 송정중앙초등학교
- 소촌어린이집
- 구립라움어린이집
- 드림키즈어린이집

조선대학교 의과대학 직업환경의학과

반경 700m 생활권

아파트·학교·어린이집 등 다수 시설 위치

사고 직후

5/19 광주환경운동연합 첫 성명
→ 시민 건강·환경 피해 철저한 조사 촉구

대응체계로 확대

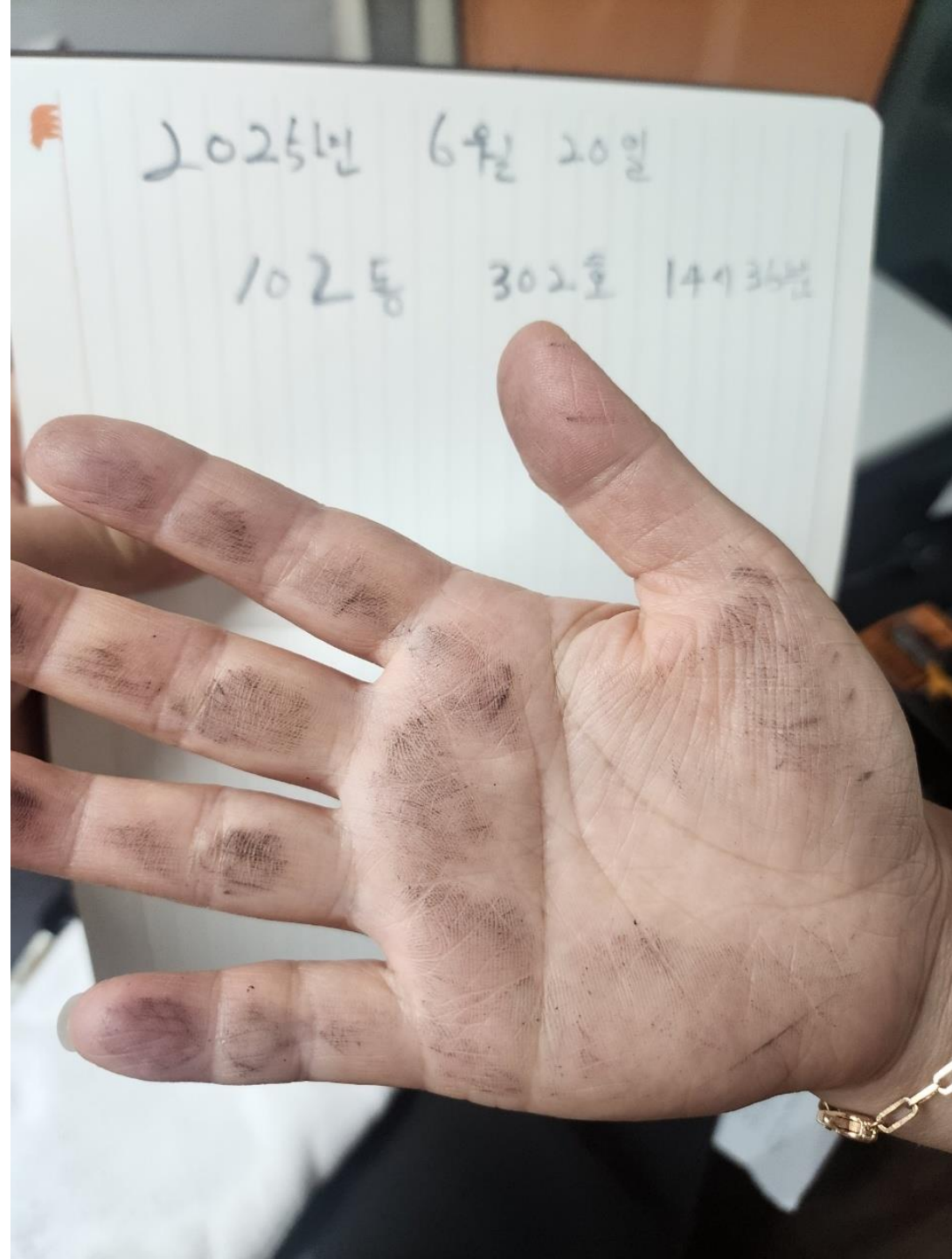
5/23 민·관 합동대책위원회 구성 촉구
5/28 환경·보건분과 첫 TF 회의

3. 사고 이후 대응 흐름

광주환경운동연합의 문제 제기와 민·관 합동 대응이 병행됨



2025.5.19~ | 광주환경운동연합 성명 5차례 + 민·관합동TF 참여 + 주민 비대위 연대



광주시, ‘금호타이어 화재’ 대응 방안 마련한다

고용·경제 전반 위기...‘민관합동특별팀’ 본격 가동 시·광산구·노동청·의회·환경단체, 종합 대응·논의

광주시가 금호타이어 광주공장 화재에 따른 지역경제 충격을 최소화하고 실질적 대응방안 마련을 위해 ‘지역경제 위기대응 민·관합동특별팀(TF)’을 구성, 본격 가동에 들어갔다.

1일 광주시에 따르면 지난 30일 시청 소회의실에서 민관합동특별팀(TF) 회의를 열어 참여 기관·단체와 함께 대응현황을 공유하고 후속 과제에 대한 의견을 나눴다.

이날 회의에는 강기정 시장을 비롯한 광주시 관계부서, 광주지방고용노동청, 광산구, 광주시의회, 금호타이어, 환경단체, 환경전문가 등이 참석했다.

화재 복구가 장기화 될 것으로 예상됨에 따라 광주시는 지역 고용 및 경제 생태계 전반에 미칠 파장에 선제적으로 대응하기 위해 특별팀(TF)을 꾸렸다.

이날 회의에서 소방안전본부의 화재 경위 보고, 금호타이어 측의 조치사항과 향

후 계획, 광주연구원의 화재사고의 경제적 손실 추정 및 대응 과제, 대기·수질·악취·폐기물 등 환경 분야 추진사항과 대응 계획, 고용유지지원금 등 근로자 고용 안정 방안, 소상공인 자금지원 및 협력업체 경영안정자금 지원, 긴급생계·심리 지원 방안, 광산구 고용위기지역 지정 신청 등을 기관별로 보고·공유했다.

이어진 논의에서 금호타이어 노조·협력업체, 피해 주민 등 이해관계자 참여 확대, 고용위기지역 지정 위한 협력 강화, 공장철거 시 오염물질 비산에 의한 2차 피해가 없도록 당부 의견 등이 있었다.

광주시는 환경, 경제, 고용 등 분야별 실무위원회를 통해 추가적인 대책을 강구하기로 했다.

이번 특별팀(TF) 정례회의(월 2회)를 중심으로 시민이 체감할 수 있는 실질적 지원책을 마련하고, 지속적으로 상황을 점검하고 기관 간 협력을 강화해 나갈 계



강기정 광주시장(앞줄 2번째)이 지난달 30일 시청 소회의실에서 열린 금호타이어 광주공장 화재발생에 따른 ‘지역경제 위기대응 민·관합동특별팀(TF)’ 1차 회의를 주재하고 있다. 사진제공=광주시

획이다.

강기정 시장은 “이번 금호타이어 화재는 시민 피해 등 지역의 경제·사회·생태 환경 등 여러 분야에 복합위험을 남겼고, 민관합동TF는 이에 대해 체계적이고 종합적인 대응을 위해 만들어졌다”며 “노

동자 고용보장, 생태환경 점검, 주민피해 보상·지원, 새 공장을 짓는 문제까지 종합적으로 논의되고 검토해야 한다”고 밝혔다.

강 시장은 특히 “TF의 노력이 큰 위기를 기회로 전환하는 씨앗이 될 수 있도록

지혜를 모아달라”며 “고용보장과 지역경제 회복을 위한 가장 빠른 길은 금호타이어 새 공장을 짓는 일이고 광주시는 새 공장을 짓는 일에 적극 협력·지원 하겠다”고 강조했다.

장승기 기자 sky@gwangnam.co.kr

4. 민·관 합동 대응 체계

민·관합동TF

전체위원회 24명
4개 분과 / 분과위원 67명



경제

지역경제·영업 피해

고용

노동·고용 문제

환경보건

환경오염·건강영향

주민지원

주민 피해·지원

환경·보건분과 TF 회의 7회 + 우천 후 현장점검 / 전체위원회 5회

5. 환경보건 대응: 무엇을 바꾸었나

기존 대기·수질 중심 대응에서 조사 범위와 2차 오염 예방 체계를 확대

① 조사 범위 확대

- 토양 다이옥신 조사
- 6PPD·CZ·Zn 등 타이어 특유 물질 분석
- 수질오염물질 22개 항목 정기 모니터링

② 조사 항목 추가

- PFOA·PFOS 등 과불화화합물
- 석유계총탄화수소
- 기존 조사보다 환경보건 위험을 폭넓게 확인

③ 2차 오염 확산 방지

- 장마철 하천 유입 차단 요구
- 차수벽·펌프 설치
- 우수집수조 물 자체 처리
- 24시간 비상근무 체계

④ 폐기물 처리 관리

- 연소재·유해화학물질을 지정폐기물로 엄격 구분
- 해체 작업 시 추가 대기 모니터링 병행

6. 주민 대응과 피해 배상

환경오염 조사와 함께 '주민이 체감하는 피해'의 문제를 제기

주민 비상대책위원회

6/9 피해주민 간담회

7/13 주민·환경단체 간담회
주민 약 150명 참석

7/26 금호타이어 앞 규탄집회
주민 약 40명 참석



'피해보상'에서 '배상'으로

단순 지원을 넘어 실제 주민 피해 규모를 객관적으로 밝히고, 그에 맞는 보상을 요구

피해 규모를 확인하는 과정

- 대책위 차원의 화재 피해주민 설문조사 진행
- 배상 관련 소송 준비
- 지역별 접수 현황과 장기 건강 피해 정보의 공개·관리 요구



6. 아직 해결되지 않은 문제

대응체계가 만들어졌지만 주민 신뢰와 장기 건강관리에는 공백이 남아 있음

건강 피해 정보

개인정보 보호와 장기치료자 파악의 어려움을 이유로 상세 자료가 비공개

- 지역별 접수 현황 제공
- 장기 질환자 지속 치료 보장 필요

주민 참여

해체계획 주민설명회의 참여와 내용이 부실했다는 평가

- 투명한 정보 공유
- 주민이 납득할 수 있는 설명과 참여 보장

신뢰 회복

기업과 행정의 반복되는 책임 회피가 주민 불신을 키움

- 투명한 조사 결과
- 수급할 수 있는 보상
- 재발 방지책

환경재난 대응의 성패는 '조사했는가'뿐 아니라 '주민이 결과를 신뢰하는가'에 달려 있음

7. 결론 | 불이 꺼진 뒤의 대응이 더 중요하다

이번 사고 대응에서 확인한 세 가지 과제 > 정책적 실현 방법은?

- 01 환경 모니터링 확대 사고 직후뿐 아니라 토양·수질·대기와 2차 오염을 장기적으로 관리 필요
- 02 주민 건강 피해의 장기 관리 현재 피해뿐 아니라 향후 발생 가능한 질환까지 지속적으로 확인하고 치료를 보장
- 03 투명한 정보공개와 책임 피해 규모를 객관적으로 밝히고, 주민이 납득할 수 있는 배상과 재발방지책 마련

제9회 환경보건시민센터 포럼

도시 화재와 시민 건강 영향

대전 2023년 한국타이어 화재와 2026년 안전공업 화재를 중심으로

대전환경운동연합 표소진

 대전환경운동연합

2023.3.12 한국타이어 대전공장 화재

사건 개요

발생 일시: 2023년 3월 12일 22시 09분 (대전 대덕구 목상동)

진화 과정: 12일 22시 17분 대응 1단계 → 22시 34분 대응 2단계
→ 3월 13일 02:10 대응 3단계 발령

진화 시간: 약 58시간 동안 지속되어 3월 15일 완전 진화

진화 과정의 주요 난관

- 가연성 물질: 조립식 패널구조 공장 내부의 고무 및 가연성 원료
- 강풍 : 진화 당시 강한 바람으로 인해 불길이 빠르게 확산
- 건물 붕괴: 2공장 일부와 물류창고가 무너지며 잔해 속 가연물이 계속 연소

인명·물적 피해: 작업자 10명 및 소방대원 1명 병원 이송, 2공장 (약 8만7천㎡) 전소 및 3창고(물류통) 보관 중이던 타이어 21만 개 소실, 피해액 400억원 추산



검은 연기와 분진, 공장 밖 주거지로 확산



대규모 유독가스 및 매캐한 연기 발생: 타이어 21만 개가 대량 연소하며 발생한 중금속·유독성 연기가 인근 아파트 단지 및 도심 지역으로 급격히 확산

- 화재 발생 후 PM2.5(초미세먼지), PM10(미세먼지), NO2(이산화질소), SO2(아황산가스), CO(일산화탄소) 등 오염물질의 측정 농도가 문평동 측정소에서 급격히 증가
- 휘발성 유기화합물(VOCs) 및 다환방향족탄화수소(PAHs) 등 다량의 유해화학물질과 발암 가능 물질 배출



주민 대피 방송 및 오염 피해: 인근 아파트 긴급 대피 방송 실시, 주택 창문·차량·빨래 등에 검은 분진이 내려 앉는 직접적 주거오염 발생

- 인근 주민들이 인후통, 두통, 호흡 곤란 등을 호소했으며, 주변 학교들이 재량휴업 또는 휴교 조치를 시행함



환경보건상 복합적 우려: 지속적인 연기 흡입 및 타는 냄새로 인한 악취 피해, 주민 급성 질환 호소

- 상기도 감염 및 폐 질환(호흡곤란·인후통), 편두통 등 발작성 신경계 질환, 두드러기 등 피부 질환 발생 증가



토양 및 수질오염 위험: 사업장이 금강 수계와 단 300m 거리에 위치하여 대기 오염을 넘어 토양·수질 오염 가능성 우려

화재는 꺼졌지만 주민 피해 호소는 지속 (1,219건)

1,219

접수된 주민 피해 신고 (1,072명)

* 2023년 4월 5일 대덕구 집계 기준

자료: 한국일보(2023.4.6.), YTN(2023.4.6.)

피해 유형	신고 건수	주요 호소 내용
신체적 피해	784건	두통, 호흡곤란, 눈 통증, 트라우마
자택 오염	177건	분진 유입, 악취, 베란다/세탁물 오염
영업 피해	90건	상가 영업 중단 및 분진 청소 피해
농작물 / 차량	42/34건	농작물 수확 불가 및 차량 세차·광택 피해
기타	92건	인근 충북 청주시 수북면까지 피해 신고 접수

❗ 산업시설 화재가 노동자의 안전 문제를 넘어 인근 시민의 실질적 삶의 공간과 건강 문제로 확장

주민의 피해 호소 vs 초기 환경조사

주민들의 실제 체감 피해

"지속되는 두통과 메스꺼움이 나타난다."

"연기를 마신 뒤 호흡하기가 답답하고 목이 아프다."

"집 안과 차량에 까만 분진이 계속 서려있다."

신체적·정신적 불확실성에 따른 심각한 건강 불안감 고조

당국의 초기 환경조사 (3/16~17)

"석봉동 아파트 24시간 대기질 측정 결과 특이점 없음"

"대기 및 수질 검사 결과 법적 기준치 이내 발표"

"6가 크롬, 수은 등 유독성 중금속 미검출"

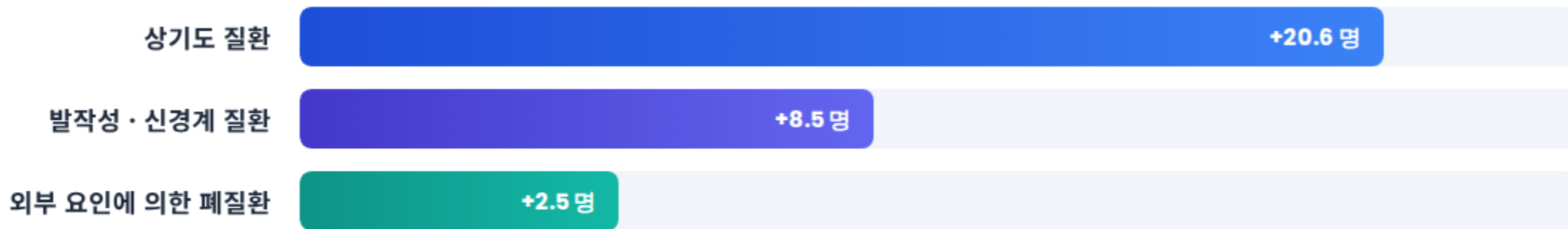
단기 포인트 측정 중심의 행정 조사 방식 발표

대전보건환경연구원 조사, 연합뉴스(2023.3.17)

 24시간 단기 측정 결과만으로 주민들이 겪은 실제 화학물질 노출과 장기적 건강 영향을 충분히 설명할 수 있는가?

2024 사후 역학연구: 건강영향 입증 (충남대 한창우 교수팀)

[화재 후 1주일간 노출지역(1.2km 이내) 질환별 초과 발생 추정치 (명)]



연구 방식: 위성 데이터 + 대기오염 측정망 + 국민건강보험 빅데이터를 결합한 자연실험(Natural Experiment) 분석

의의: 화재 직후 대기 오염물질(PM_{10} +125.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO_2 +50.4ppb, SO_2 +32.0ppb) 초과 노출과 함께 주민 질환 증가가 통계적으로 입증됨 (International Journal EHP 게재)

2026.3.20 안전공업 화재 발생

사건 개요

발생 일시: 2026년 3월 20일 13시 17분 (대전 대덕구 문평동)

시설 특성: 자동차·선박용 엔진밸브 제조공장 (당시 약 170명 근무)

화재 대응: 소방 대응2단계 및 국가소방동원령 발령

진화 장애요인:

검은 연기 확산으로 대피 난항, 공장 내 보관된 금속 나트륨(101kg)의 폭발 위험 및 건물 붕괴 위험으로 구조 지연

인명 피해: 14명 사망 / 60명 부상 (총 74명 사상자 발생)

***2026.5.8 행정안전부 발표**

후속조치 및 수사: 회사 대표와 안전관리 책임자 등 5명을 업무상과실치사상 혐의로 입건, 국립과학수사연구원 및 경찰 등 관계 기관이 참여해 정밀 합동 감식을 진행



안전공업 화재, 무엇이 피해를 키웠는가?



소방시설 불량

2023~2025년 자체 점검 결과 자동화재탐지설비 및 피난 유도등 6회 연속 불량 판정. 화재 당일 비상경보 및 피난 설비 정상 작동 여부 논란



무허가 위험물 정제

나트륨 저장소는 허가받았으나 정제 공간은 무허가로 운영된 정황 포착. 나트륨과 금수성 물질로 인해 초동 진화에 심각한 차질 발생



대표 승인 하에 불법 증축

사망자가 집중된 2층 휴게 공간 및 체력단련실(복층 구조)이 대표의 승인 아래 무단으로 불법 증축됨, 불법 구조물로 인해 대피로와 창문이 제대로 확보되지 않아 피해가 커짐

**현재 확인된 소방시설 불량과 대규모 인명피해의 연관성을 중심으로 조사가 진행 중인 단계

2023 한국타이어 vs 2026 안전공업 비교

구분	2023 한국타이어 대전공장 화재	2026 안전공업 화재
발생일 / 장소	2023. 3. 12 / 대덕구 목상동	2026. 3. 20 / 대덕구 문평동
주요 위험요인	타이어 대량 연소 (분진·유독가스)	나트륨(금수성)·절삭유·가연성 물질
노동자 피해	11명 병원 이송 (사망 없음)	14명 사망 · 60명 부상 (총 74명)
시민/주민 피해	1,219건 신고 (신체·주거 오염 확산)	주민 건강피해 자료 추가 확인 필요
사후 대응/연구	빅데이터 기반 사후 역학연구 발표 완료	사업장 안전관리 및 원인 규명 조사 중
핵심 질문	" 화재 후 주변 주민의 건강은 안전한가?"	" 시민 건강 영향 조사가 이뤄지고 있는가?"

도시 화재와 시민 건강 보호

"산업화재는 공장 내부의 노동자 문제로 그치지 않으며, 도시 전체 시민의 건강과 환경을 위협하는 복합 재난"

도시 안에서 발생한 화재로부터 시민의 건강을 보호하기 위해서...

01. 화재 당시 시민은 무엇에 노출됐는가?

대형 산업시설 화재가 발생했을 때 연기·미세먼지·유해물질의 시민
노출을 실시간으로 측정하고 기록하는 체계가 있는가?

02. ‘기준치 이하’라면 건강피해가 없는 것인가?

한국타이어 사례처럼 사고 이후 측정된 환경기준과 주민이 실제 경험한
건강피해 사이의 간극을 어떻게 설명할 것인가?

03. 누가 시민의 건강영향을 추적하는가?

화재가 진화된 이후에도 영향지역 주민의 호흡기·신경계 등 건강영향을
장기적으로 조사할 책임 주체가 있는가?

금호타이어 화학물질 화재사고 환경보건 문제와 대응

이철갑

조선대학교
의과대학
직업환경의학과

I

금호타이어 화재

2025. 5. 17. 토요일 화재발생



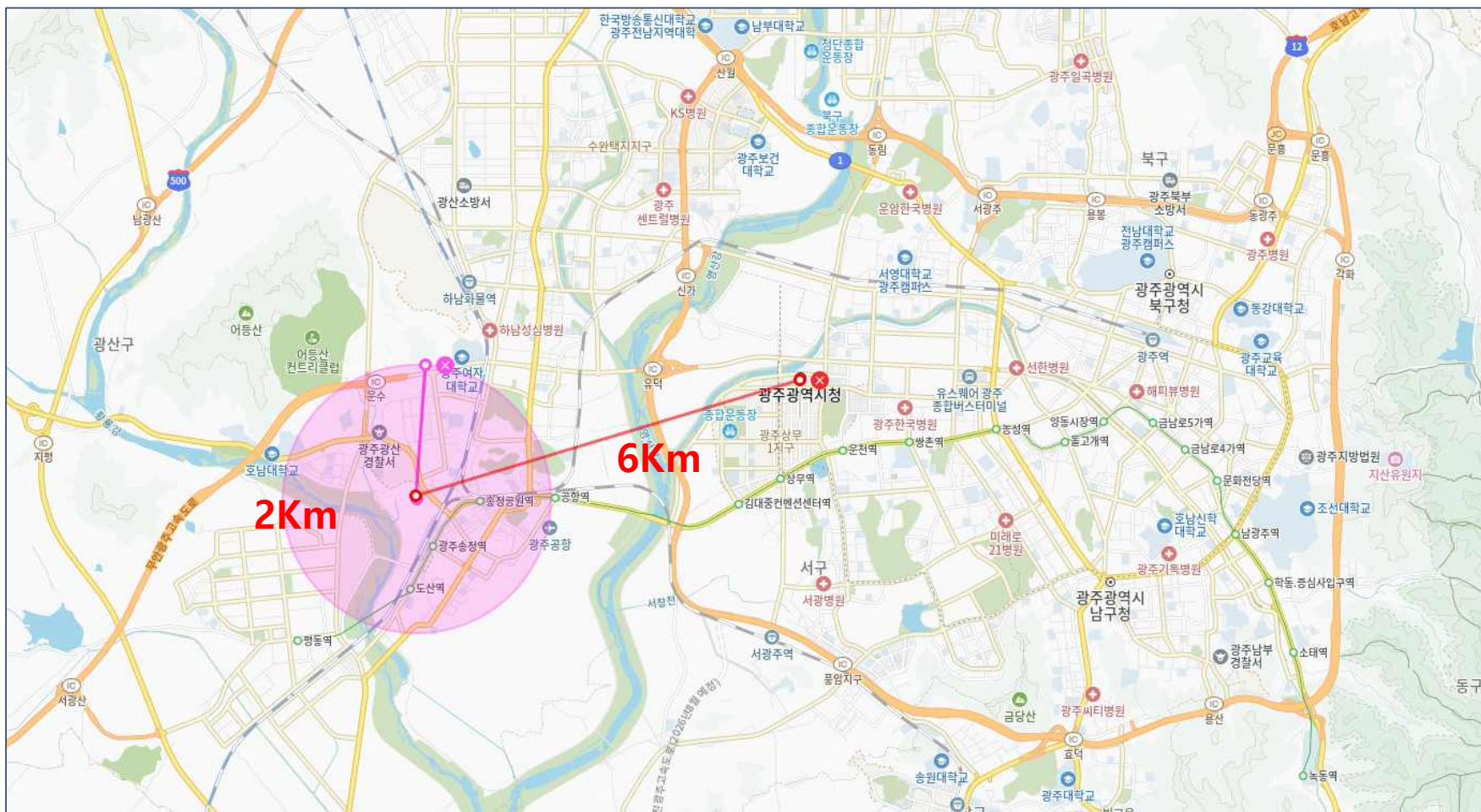
2025년 5월 17일 (토) 오전 7시경



광주공장 2공장
정련 공정
(생고무 예열 장치)
불꽃이 시작



금호타이어 광주공장





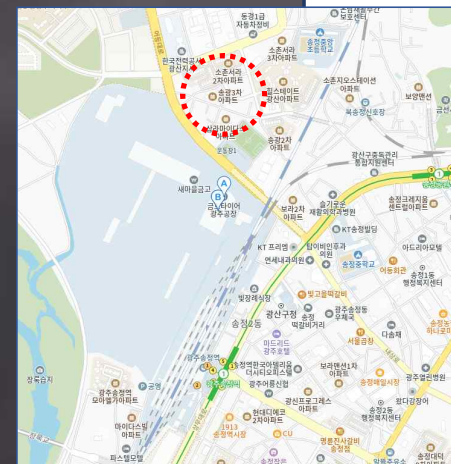


- 반경 700m 이내에
 - 소촌서라 1.2.3차 아파트
 - 송광 2.3차 아파트
 - 힐스테이트광산아파트
 - 대화아파트
- 송정중앙초등학교
- 소촌어린이집
- 구립라운어린이집
- 드림키즈어린이집



금호타이어 정문 앞 아파트

주택가 덮친 검은 연기





금호타이어 정문 앞 인접 아파트



조선대학교 의과대학 직업환경의학과



정련공정

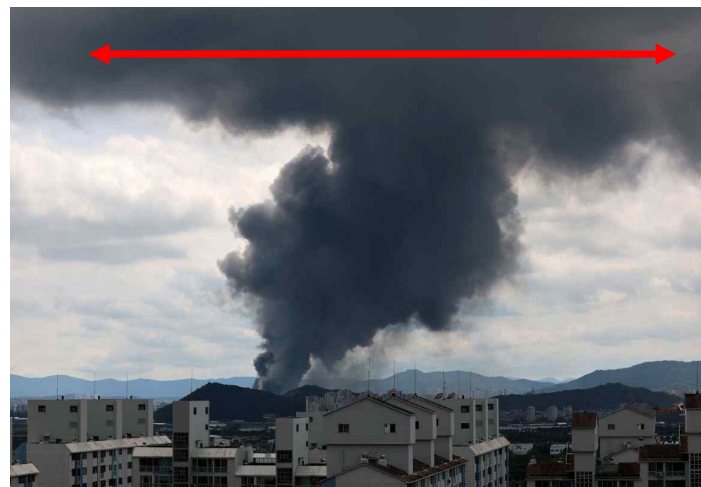
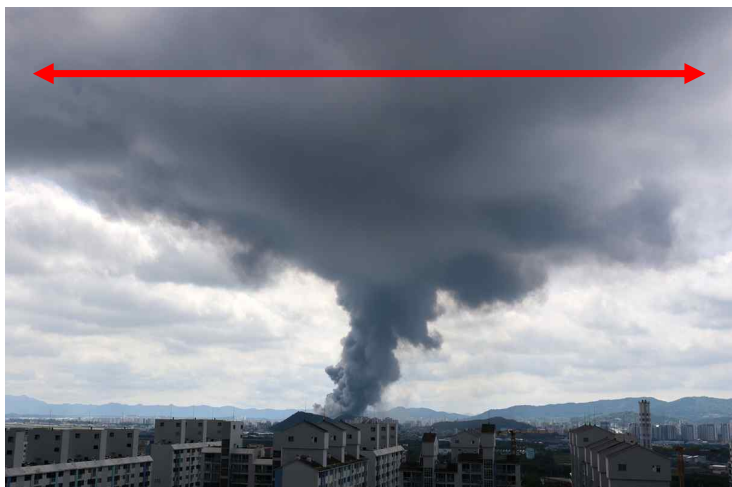




금호/한국타이어 발화 공정 위치



오염물질 확산





오염물질 확산 변화



II

언론 보도 행태

주민들의 환경문제에 대한 관심은
민주적인 의사결정 과정의 핵심 요소이자,
실질적인 환경 개선을 위한 가장 강력한 원동력으로

언론의 보도행태는
주민들의 관심과 여론을 형성하는데 결정적 역할



조선대학교 의과대학 직업환경의학과



조선대학교 의과대학 직업환경의학과



금타 화재 환경·건강에 미치는 영향 언론 보도

■ 분석 기간: 2025.5.17(금호타이어 광주공장 화재 발생) ~ 2025.11.20

■ 기사 수: 총 3,507건, 79개 언론사

■ 분류 방법

▶ 전 기사에 대해 제목 + 키워드 + 본문을 통합 문자열로 만든 뒤,

① 주민 건강 피해 관련

‘주민·지역주민’ + ‘건강 피해, 건강영향, 두통, 호흡기·기침·호흡곤란, 질환/질병, 증상, 검진, 역학조사, 보상, 소송, 발암물질, 중금속, 유해물질...’ 등의 단어가 함께 등장하는 기사

→ “주변 지역 주민의 건강 피해·건강 불안”으로 분류

② 환경오염(대기·수질 등) 관련

‘대기오염, 수질오염, 환경오염, 대기질/공기질, 미세먼지, 연기, 악취, 오염수, 하천·지하수·토양오염, 환경영향·환경조사, VOC·벤젠·톨루엔...’ 등의 단어가 등장하는 기사

→ “환경오염·환경위해”으로 분류

■ 기사 빈도

▶ 주민 건강 피해 관련: 370건 (전체의 약 10.6%)

▶ 환경오염(대기·수질 등) 관련: 757건 (전체의 약 21.6%)

▶ 두 프레임이 동시에 등장하는 기사(건강+환경): 216건

: $(370+757) - 216 = 911 / 3507 = 25.9\%$



1단계 (초기) : 5월 발생부터 ~5월 말

- 초기에 주민들의 즉각적인 신체 증상과 공포, 대피 및 의료지원을 중심으로, “건강 피해 우려”가 뉴스의 전면을 차지하는 긴급 재난 보도가 중심
- 이 중 주민 건강 피해 관련 기사 257건(16.6%) → 사실상 대부분이 화재 직후(5.17~5.20)에 집중
- 대표적인 제목 패턴:
 - “광주 금호타이어 화재, 검은 연기 확산 ‘두통·목 통증’ 주민 대피”
 - “금호타이어 화재 ‘검은 연기에 숨막혀’ 대피 주민들 ‘불안한 밤”
 - “광주 광산구, 금호타이어 화재 의료상담 창구 운영”
 - “금호타이어 ‘주민 피해 최대한 보상’...”
 - 주요 단어: ‘두통, 목 통증, 숨막혀, 호흡기, 검은 연기, 악취, 대피소, 의료상담, 마스크, 응급, 긴급대응
- 급성 증상과 공포
 - 연가·악취로 인한 두통 · 목 통증 · 호흡 불편 묘사가 매우 많고,
 - “검은 연기”, “숨 막히는 냄새” 같은 감각적 표현이 제목 · 본문에 빈번하게 등장.
 - 주민 대피·의료지원 보도와 광산구의 의료상담 창구, 대피소, 마스크 지원 등을 강조하는 기사가 연속적으로 보도
 - 정치·선거 이슈와 결합된 ‘주민 안전’ 언급, 대선 국면과 겹치며, 여야 정치인 방문/발언 기사에서 “인명 피해 없어야”, “유해물질 피해 복구에 만전” 등 상징적 ‘주민 건강 보호 약속’이 반복적 등장



사건 직후 언론 보도

화재 발생 당일인 5월 17일과
이튿날인 18일의 보도는 압도적인 화재 규모와
그로 인한 시각적 공포를 전달하는 데 집중

- "하늘을 가린 검은 연기"
- "떡구름 같은 유독가스"
- "도심을 삼킨 검은 재"와 같은

자극적인 헤드라인을 통해 사태의 심각성을 전파

- 주민들에게 즉각적인 위기감을 조성하여
신속한 대피를 유도하는 긍정적인 기능
- 동시에 구체적인 유해 성분에 대한 정보 부재로
막연한 공포를 증폭시키는 결과도 초래

소방 당국과 광주시는 재난안전문자를 통해
"창문을 닫고 외출을 자제하라"
"수돗물 사용을 자제하라"는 긴급 지침을 전파

화재 연기 흡입으로 인한 급성 호흡기 질환과
소화 용수 사용 급증에 따른 수질오염 및
단수 우려를 반영한 조치로

언론이 이러한 지침을 실시간으로 중계하며
주민들의 행동 요령을 제시하는 데 주력

특히 인근 아파트 주민들이 광주여대 체육관과
하남다누리센터 등 임시 대피소로 긴급 이동 모습
금호타이어 화재가 단순한 공장 사고를 넘어
지역민의 삶의 터전을 위협하는 재난임을 각인시킴



광주일보 5.19. 월요일

光州日報

일터 잃을 위기 노동자·대피소 찾은 주민 “이게 무슨 난리냐”

인근 주민들 화재·연기 피해 대피소로...역한 냄새에 창문도 못열어
수개월 이상 공장 중단 예상 3000여 노동자들 고용·임금 문제 걱정

금호타이어 공장에서 발생한 대형 화재가 이틀째 이어지며 광주시민들은 숨막히는 주말을 보내야 했다. 큰 불은 잡혔지만 화재가 이틀째 이어지면서 대피한 주민들 뿐 아니라 연기와 매캐한 타이어 타는 냄새 등으로 상당수 주민들은 창문을 닫고 생활해야 하는 불편을 겪고 있다.

금호타이어 광주공장 노동자들도 당장 일처리를 맡게 되는 것 아닌지 발만 동동 구르고 있다.

◇밤새 한숨도 못잔다◇ 고동 호스=금호타이어 화재로 광주시 광산구 공주아대 체육관에 마련된 주민 대피소를 찾은 주민들은 전혀 생각지도 못했던 대피소 생활에 막대한 숙제를 감수지 못했다.

광산구는 화재 발생일인 17일부터 체육관에 구호 텐트를 설치기도 하고 지역민 600여세대에 대피 문자를 보냈다. 18일 오후 1시 기준 텐트 129개가 설치됐고 69개가 채워졌다.

아들이 금호타이어 직원으로 있다는 김영만(81·광주시 광산구 소촌동)씨 부부는 전날 마을회관에서 밤을 지내고 대피소로 가자는 이웃들 제안을 받고 가방 하나만 들고 이날 광주에 대피소로 찾아왔다. 김씨는 “고부 타는 냄새가 독해서 마리가 아플 정도였다. 헬기 소리와 물 뿌리는 소리에 밤새 한숨도 못 잤다”고 했다.

공장 격정도 했다. 김씨는 “공장이 문을 닫으면 일하는 사람들이 어떻게 하느냐”고 걱정했다. 김씨 배우자도 “불이 크게 나 얼마나 높았는지 모른다. 텐트 안에 누워 있는 것도 어색하다”고 말했다.

아날 대피소에 마련된 보건소 의료지원 부스는 연기 흡입으로 두통, 메스꺼움, 목마름 등을 호소하는 지역민의 방문이 이어졌다. 광산구는 이날 오후 2시 기준 50명의 의료 상담을 받았고 27명의 주민이 정신건강복지센터에서 심리지원 상담을 받았다고 밝혔다. 한금호(76)씨도 “혼자 여기 왔는데, 막상 어르신께 집에 있는 것보다는 덜 불안하다. 그래도 가슴이 답답하고 몸이 무거운 건 어쩔 수 없다”고 눈물을 흘렸다.

◇밤 안에 갇혀 창문도 못 열어◇대피하지 않은 주민들의 불안감도 비수했다. 이날 소촌동 인근 지역 주민들은 전날부터 극심한 연기와 냄새로 인해 창문조차 열 수 없었다고 입을 모았다. 거동이 불편한 고령 주민은 집 안에 갇힌 채 밤을 지새우며 공포에 떨기도 했다.

소촌동에 거주하는 최방(76)씨는 “자녀해 허리 수술 후 침대에만 누워 지내는 데 움직일 수가 없으니 너무 불안했다. 연기는 들어오고, 냄새는 나는데 밤 안에 그대로 갇혀 있었다”며 “밖에서 팔” 하는 소리도 서나번 들렸다. 그때마다 상상이 발랄발랄 하더라”고 당시를 회상했다.

신촌동에 거주하는 박종호(76)씨는 “화재 발생 후 연기가 날아오면서 아파트 앞 크를 써도 마리가 지근거리가 창문 달아놔서 소용이 없었다

공장 정문 바로 맞은편에 김영래(61)씨는 이를 내내 근대군대 까만 타르가 남아 있다. 김씨는 “20년간 이런 화재였던 손님들에게 다 전화 걸어 하루 종일 바다와 소파를 닦아 먼지가 계속 묻어온다”고 토

◇급타 광주공장 노동자, 공장 노동자들도 당장 일터를 금호타이어에 따르면 광주만 1600여명에 달한다. 장비

산란인이 아닌 이른바 ‘홍구’는 100여명으로 알려졌다. 이 중 3000여명 가까운 화재 현장 복구를 위해 최이 등이 어렵다는 점에서 고용될 것으로 예상된다. 이에 관하고 있는 모양새다. 노동자들 사이에서는 “무엇을 할 수 있는 공장이 없으니



光州日報

50년 넘은 도심 속 거대 공장...이전 서둘러야 한다

금호타이어 화재

금호타이어 광주공장 화재로 주민들이 대피하고 유독가스로 인한 고통을 호소하는 등 피해가 속출하면서 50년 넘게 도심 속에 위치한 노후 공장에 대한 안전성 문제가 떠오르고 있다.

소음·분진·교통 혼잡 등 주민 불편·안전사고 우려 지속 제기
합평 산단으로 이전 수년째 답보...사측 “자고 수습이 먼저”

가 발생, 주민들이 유독가스를 피해 대피하는 등 불

금호타이어가 광주공장 부지를 용도변경해 대가

“합평 산단”으로 이전할 수 있을 뿐 아니라 지기 추가로 얻을 수 있다고 특히에 시와 지역 사회에 대한 합리적 청충점 찾



지역으로 둔 광주 광산구 내 대 거대 공장이 더 이상 참해서는 안 된다”며 금호타이를 높이고 있다.는 시민 현찬민(30)씨는 장황을 보내는 전체 청이었다”며 “주거지 인북 위험 불만이 가득한 노후는 지체가 납득되지 않

공장 이전과 관련한 공청회와 할 부분이 많다”며 더 우선인 만큼 공장 이전 하다고 말했다.
자 khn@kwangju.co.kr

17일 광주시 광산구 소촌동 금호타이어 광주공장에 불이 나 화염과 함께 연기가 솟아오르고 있다.

/최현배 기자 choi@kwangju.co.kr

(35·B23·008)

방화벽 없고 스프링클러 부족...허술한 안전 대책

대기업 이름값 못하는 안전관리 대책

발화 지점 인화성 강한 생고무 20여 개 보관에도 방제시설 미흡
이산화탄소 소화설비 작동했지만 용량 작아 화재 제압 역부족

노조 “정보발 안 올려 연기 보고 대피”...부실한 안전 매뉴얼 지적

금호타이어 광주공장의 화재 사고와 관련, 회사측의 안전방재 대책 마련이 소홀했다는 지적이 나오고 있다. 지난해부터 안전 사고가 빈발, 종다제해책 마련을 위한 방화벽과 노후 장공구의 수리불만 때문은 상함에서 대규모 화재로 인한 초기 대응에서도 대응이 미흡했다는 점에서 내/거점의 수준 낮은 안전 관리에 대한 비판의 목소리도 커지는 모양새다.

◇위험을 전지전다. 방화시설책도 없어◇18일 소방당국 등에 따르면 지난 17일 오전 7시 10분에 발생한 화재로 공장 전체 면적 20만㎡ 중 110만㎡에 화재 피해를 입었다. 당국은 초기 발화 지점으로 생고무를 지목했다. 당국은 초기 발화 지점으로 생고무를 지목했다. 당국은 초기 발화 지점으로 생고무를 지목했다.

해당 건물은 3층 콘크리트 구조물로 철반으로 외벽이 밀폐돼 있었고, 내부에는 인화성이 강한 생고무 20여개를 비롯 보관돼 있었다. 생고무를 태우는 온에서 화재를 감지, 방화벽이 내려왔는데 불길이 이 감지기에 불이 붙어 연기가 솟아오르면서 화재가 확산했다는 게 회사 안전환경팀 설명이다.

금호타이어 관계자는 “화재 초기 연기를 감지해 경보벨이 울렸고 이산화탄소 소화설비도 작동했다”면서 “그러나 불길 확산 속도가 매우 빨랐고 내부 인력이 자체 진화에 실패하면서 결국 110에 신고했다고 설명했다.

회사 관계자는 “CO, 소화기는 불이 난 살비 한



금호타이어 광주공장 화재 화재 이틀째인 18일 소방당국이 진화작업을 하고 있다.

/최현배 기자 choi@kwangju.co.kr

불길이 지분을 타고 확산되자 공장 내 타이어들을 급히 밖으로 옮겼다

는 게 일제 예기다. ◇화재 진압 당시에 완제품 빼내도 되나◇소방당국의 화재 진압이 한창이던 이날 오후 1시경 회사 직원들이 일제 상형 이후 공장에 있던 반제품 타이어와 완제품이 외부로 반출된 것으로 나타났다. 소방

되고 있다.

노조측은 “화재 발생 당일 공장 내 방화벽은 내려오지 않았고 경보벨도 작동하지 않았다”는 증언이 나오는 것과 “다수의 직원들이 연기를 보고서 사측이 대피를 지시했다”는 증언을 들어 초기 대응 매뉴얼이

사실상 무력화됐다며 비판하고 있다. 사측 관계자들은 이와관련, “실비는 작동했지만 화재 규모를 감당하기엔 부족이었다”면서 “작동 여부는 정밀 조사가 필요하다”는 입장을 밝혔다.

/김정아 기자 jing@kwangju.co.kr
(35·B23·008)

光州日報

2025년 5월 20일
화요일 (종합)



光州日報



1952년 4월 20일 창간 제22497호 1판 대표전화 062-222-8111

kwangju.co.kr

음력 4월 23일 2025년 5월 20일 화요일

금호타이어 큰 불 꺼졌지만... 지역경제에 '불똥' 튄다

광주공장 가동 1년 이상 멈출 듯... 노동자 2300명 체불·구조조정 우려
지역 산업 생태계 전반에 심각한 타격... 중국 자본 '책임 경영' 선행돼야

광주 대표 제조기업 금호타이어 공장에서 발생한 대형 화재 여파가 지역 경제계로 확산하는 모양새다. 공장 가동이 최대 3년 이상 멈출 것이라는 예상까지 나오면서, 2300여명에 이르는 노동자는 물론 광주지역 산업 생태계 전반에도 심각한 타격이 우려되고 있다.

(관련기사 6면)

더 심각한 문제는 전체 노동자의 70%가 한창 자녀를 양육하고 가계 경제를 책임져야 할 40~50대 가정들이라는 점이다. 이들의 고용이 유지되지 않을 경우 수천 가구가 생계 위협과 가정 파탄 위기를 맞이할 수 있다는 경고도 나온다.

이에 따라 지역 경제계 등에서 저지연체와 정부 지원의 빠른 지원 대책 마련을 요구하고 있지만, 일각에선 중국 자본 경영진의 고용 안정을 담보로 하는 '책임 경영'부터 선행돼야 한다는 의견을 제시하고 있다.

19일 광주시의 광산구, 금호타이어 광주공장 등에 따르면 화재가 발생한 금호타이어 광주공장에는 기는(생산)직 1855명, 일반직 413명 등 총 2268명이 근무하고 있다. 연봉별로는 20대 234명, 30대 443명, 40대 557명, 50대 1032명 등으로, 40~50대 가정 생계 책임자가 70%에 달하는 비율을 차지

다에 인수됐으며, 상대적으로 국내 기업 경영진에 비해 '책임 경영'에 대한 의식이나 인식이 떨어진다는 지적이 나오고 있기 때문이다.

실제 금호타이어 측은 지난해부터 안전사고가 빈번하게 발생하고 중대재해처벌법 위반 혐의로 수사까지 받는 상황에서도, 대규모 화재에 대한 초기 대응 미흡, 낮은 수준의 안전관리 시스템, 부실한 안전 매뉴얼 등 안일한 안전 경영으로 화재 피해를 키웠다는 비판을 받고 있다.

이 같은 중국 자본의 경영 스타일 때문에 광주시 등이 화재 피해 극복을 명분으로 합령 빛그린국가 산단으로의 공장 이전을 적극 지원하더라도, 부지 용도를 변경하는 과정에서 발생하는 막대한 수익을 최소한만 투자하고 도로 행기는 이른바 '악취' 가능성에 대한 불안감이 확산하고 있다.

이에 따라 광주시는 정부에 금호타이어 광주공장 화재 피해 지역을 최소한의 지원이 가능한 고용위 기지역으로 지정해달라고 요청(5월 19일자 광주일보 2면)한 상태다.

노사협상 등에 따라 사용자의 귀책 사유로 휴업하는 경우 사용자는 휴업 기간 근로자에게 평균급의 100분의 70 이상의 수당을 지급하도록 돼 있지



금호타이어 광주공장 화재 발생 사흘째인 19일 광주시 광산구 금호타이어 2공장에서 국과수, 경찰, 소방 등 관계자가 화재 현장을 조사하고 있다.

/나경주 기자 mjna@kwangju.co.kr

(36.9x30.6)cm



화재 분진 씻어내는 살수차

금호타이어 광주공장 화재 발생 사흘째인 19일 광주 광산구 금호타이어 인근 도로와 보도의 분진 억제·제거를 위해 살수차가 운영되고 있다.

/나경주 기자 mjna@kwangju.co.kr

금호타이어 2공장 붕괴 우려에 진화 차질

열 머금고 있어 재발 가능성
언제 완전될지 장담하기 어려워
장기간 공장 가동 중단 불가피

화재가 난 광주 금호타이어 2공장이 붕괴 우려로 전면 통제됐다. 타이어 재료인 고무와 섬유 등이 늘러붙은 채 열을 머금고 마치 공룡알처럼 화석처럼 굳어 있다가 다시 발화할 가능성도 높아 완전까지는 다소 시일이 걸릴 것으로 전망되고 있다. 장기간 공장 가동 중단이 불가피해 생산 차질, 고용 불안에 대한 우려도 커지고 있다.

19일 광주광산소방에 따르면 소방당국은 이날 현장에서 브리핑을 갖고 "현재로서는 완전까지 한 달이 걸릴 지 알 수 없다"고 밝혔다.

특히 고무·섬유류 등이 고무의 열을 머금고 수백 개의 공룡알 화석처럼 단단하게 뭉친 채로 공장 내부에 흩어져 있는데, 소방 호스를 공장 내부 80m 안까지 집어넣을 수 없다보니 완전하게 불씨를 제거하지 못하고 있다는 게 소방당국 설명이다.

소방당국은 공룡알 화석같은 고무 덩이가 식어도 다기도 산소와 접촉하면 화화 반응을 일으켜 재발화하는 특성을 갖고 있어 제대로 진화하기까지 오랜 시일이 걸릴 것으로 예상했다.

광주시와 소방당국은 또 2년 전인 지난 2023년 3월 금호타이어 광주공장에 대한 소방·기계·전기 분야 실태 점검을 실시한 결과, 방화구역 및 피난 시설 등에 대한 특이사항을 발견하지 못했다고 설명했다.

당시 점검은 한국타이어 화재 이후 유사시설에 대한 점검으로, 광주시 등은 "당시 설비 주변의 가

을 권고했다"고 밝혔다.

일각에서는 화재로 인해 대기오염과 주민 피해가 속출한 데 따른 점검 항목과 방식에 대한 검토 필요성도 제기된다.

25개 단체로 구성된 시민단체협의회와 광주전남여성단체연합도 이날 성명을 내고 "이번 사고는 한 기업의 재난이 아니라 지역사회 안전 시스템 전반에 대한 경고"라며 "정부와 광주시는 사고 전 과정을 투명하게 공개하고, 전문가와 시민사회가 참여하는 공정한 진상조사 및 제도적 대책 마련에 나서야 한다"고 밝혔다.

한편, 경찰은 이날 정밀감식에 나섰고 광산구도 구형 송정보건지소 1층에서 해당 화재 사고 피해를 접수받고 있다.

금호타이어 광주공장 화재 피해 관련 신고는 이날 오후 5시 기준 962건으로, 인적피해가 452건,

(21.2x23.4)cm



5.26 월요일

光州日報

기준치 미달 땐 공개

금타 화재 대기오염도
광주시 입맛대로 발표

기준치 초과 땐 ‘쉬쉬’

보건환경연구원 측정치 ‘눈가리고 아웅식’ 재난 문자메시지 발송 논란
광산구 “초과검출량 입장 내달라” 요구에 시 “공개하지 말라” 엄포도
잘못된 정보로 안전 오인 초래도...“시민들 안심시키기에만 급급” 지적

광주시와 환경당국이 금호타이어 광주공장 화재 발생 이후 대기의 유해물질 측정값을 선택적으로 공개해 시민들에게 왜곡된 정보를 제공했다는 비판이 제기되고 있다.

행정당국이 잘못된 기준을 기반으로 시민들의 대기오염에 대한 긴장도를 낮출 우려가 있는 정보를 제공<광주일보 5월 23일 1·6면>하는가 하면, 재난 문자 발송 과정에서 정작 기준치 이상으로 치솟은 대기오염물질 배출 사실을 누락하는 등 시민들에게 ‘눈속임’ 정보를 흘리고 있다는 지적까지 나오고 있다.

◇알권리 보장한다면...기준치 초과 재난 문자는 미발송=광주시 광산구는 지난 20일 ‘금호타이어 광주공장 화재로 미세먼지 등 검출량이 광주시 대기환경기준을 초과한 사실에 대한 입장을 밝혀달라’고 광주시에 요구했다.

광주시 보건환경연구원이 미세먼지, 오존, 이산화황 등 6가지 대기오염물질을 측정해 결과, 지난 19일 오전 6시 부터 미세먼지 농도가 환경대기기준(미세먼지 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 초미세먼지 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과한 데 이어 20일 새벽 4시까지도 미세먼지(농도 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 초미세먼지(164 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)가 기준을 웃돌고 있는 점이 확인된 데 따른 요구였다.

광주시는 그러나 20일 오후 광산구 담당자에게 ‘일정 시간 대기질 농도가 높은 것으로 나타났으나 현재는 대기환경기준 이내로 측정된다’는 문구를 ‘안전안내문자’로 발송하라는 메일을 보낸 것으로 파악됐다.

광산구는 정확한 수치가 담겨있지 않았다며 문자를 발송하지 않았다고 했다. 광산구 관계자는 또 메일 발송 전 “광주시 관계자가 측정 결과를 공개하지 말라고 했다”고도 했다.

이 때문에 금호타이어 화재 발생 직후 시민들에게 발송된 재난 문자 중 대기오염물질 측정치가 치솟은 내용은 문자에서 제외됐다.

광주시의 경우 지난 17일 오전 8시 16분부터 화재 발생 사실을 알리는 안전안내문자를 보냈고, 같은날 오전 9시 34분에는 ‘연기, 가스 등이 발생해 인체에 유해할 수 있으니 인근 주민들은 창문 닫고, 마스크 착용 등 안전에 유의바란다’고 보냈다.

같은 날 낮 12시에는 ‘유해물질 포함 여부에 대한 모니터링중이다. 만일을 대비해 반드시 마스크를 착용하시기 바란다’는 내용을 발송하고 45분 뒤 ‘매시간 측정결과 현재까지 문제가 없으나 문제 발생시 공개예정’이라는 안전안내문자를 보냈다.

광산구도 18일 낮 12시 8분 ‘영산강청 매시간 대기질 측정, 현재까지 유해화학물질 미검출’이라고 안전안내문자를 발송했다.

하지만 대기오염이 심해진 19일 오전에는 광주시는 단 한 건의 안전안내문자도 발송하지 않았다. 오후 2시 37분 광산구가 보낸 메시지도 ‘친화 작업 중 분진과 연기가 발생하고 있다. 창문을 닫고 외출시 마스크 착용 바란다’는 내용 뿐이었다.

결과적으로 광주시와 광산구는 오염물질 검출 전에는 ‘현재까지 안전에 문제가 없다’는 내용의 재난 안전 문자를 보내더니 정작 기준치를 초과한 19일,

20일 문자에는 이같은 내용이다.

◇입맛대로 어긋나는 기준=행정기관이 임의적으로 정해놓은 기준에 따라 발표된 결과에 따라 ‘화물 및 물리적 인자의 노출기준’이라는 고시로 사용금지한 기준을 근거로 ‘미미한 수준’이라고 밝

光州日報

“대기오염 측정 결과 투명하게 밝혀라”

환경단체, 광주시에 촉구

광주환경단체가 금호타이어 광주공장 화재 사고와 관련, 대기환경오염 등 측정 결과를 투명하게 공개할 것을 광주시에 촉구했다.

광주환경운동연합은 지난 23일 성명을 내고 “광주시는 이번 사고를 화학사고 관점에서 대응해야 하며, 연소된 화학물질의 종류와 양 및 대기·수질오염 측정 결과를 투명하게 밝혀야 한다”고 주장했다.

광주시가 최근 금호타이어 광주공장 화재 이후 대기환경 오염 물질 수치를 공개하면서 관련법으로 사용을 제한하고 있는 측정 기준을 활용해 발표하면서 ‘외출해도 문제없다’는 식으로 잘못 인식하는 결과를 불러왔다는 지적<광주일보 5월 23일 1·6면>이 제기되면서다.

앞서, 광주시는 지난 21일 영산강유역환경청의 휘발성유기화합물(VOCs) 59종 측정 결과를 발표하면서 고용노동부가 산업안전보건법에 따라 ‘화학물질 및 물리적 인자의 노출기준’이라는 고시로 사용금지한 기준을 근거로 ‘미미한 수준’이라고 밝

힌 바 있다.

이 때문에 광주시가 산업안전보건법에 어긋나는 기준을 자의적으로 적용해 비교하는 등 권한을 넘어서 행정으로 국민들의 대기 오염에 대한 경각심을 느슨하게 만들었다는 비판이 제기됐다.

광주시와 영산강유역환경청이 시민 안전을 최우선으로 하는 보수적인 측정 기준을 찾아 비교하는 수치로 활용했다면서도 정작 잘못된 기준을 기반으로 시민들의 긴장도를 낮춰 왜곡된 해석을 불러올 수 있는 정보를 발표했다는 것이다.

환경단체는 “광주시와 영산강유역환경청은 시간평균중치(TWA) 기준을 들어 휘발성유기화합물(VOCs) 등 59종 유해물질 측정 결과가 극미량이라고 밝혔다”며 “반면 3000여명 시민들이 두통, 어지럼증, 호흡기질환 등의 증상을 호소하고 있어 체감 피해와 기준치 이하라는 발표 간의 괴리가 발생하고 있다”고 지적했다. 이어 “대기오염은 바람의 방향, 측정 방식에 따라 그 한계가 명확하며, 토양·수질 오염과 같은 장기적인 건강 영향에 대한 종합적인 모니터링이 필요하다”고 강조했다. /김진아 기자 jinggi@

(14.1*11.3)cm

남도일보

“유해물질 없다더니”...금타 화재 후 건강이상 호소 속출

호흡곤란·기침·발진·근육통 등
신고 피해 접수 5천793건
‘납’ 배출 평균 3배 18ng/m³
민관합동기구서 전면 조사 나서야

25일 광주광산구에 따르면 소촌동 금호타이어 공장에서 지난 17일 발생한 화재 이후 24일까지 집계된 인명 피해 접수는 총 5천793건이다. 주민들은 피부 발진, 두통, 목 따가움, 근육통, 호흡 곤란 등의 증상을 호소하고 있다.

“불에 탄 냄새가 집 안까지 들어오고, 이 후 기침과 두통이 멈추지 않는다”는 주민

염물질인 ‘납’은 평상시 0ng/m³ 수준에서 18ng/m³까지 치솟았다. 이는 호남권 연평균 수치(6ng/m³)의 세 배에 달한다. 이후에도 914ng/m³ 수준이 유지됐고, 니켈 또한 평균치(1ng/m³)를 크게 웃도는 24ng/m³로 검출됐다. 초미세 먼지(PM2.5)는 124ng/m³, 미세먼지(PM10)는 180ng/m³으로 각각 ‘매우 나쁜’

아인과 조선탄 환경공학과 교수는 “타이어 재료인 황과 카본블랙이 결합된 분진은 인체에 유해하며, 급성 피해뿐 아니라 만성 질환으로 이어질 수 있다”며 “연소 물질과 피해자 증상 간 인과관계를 조속히 조사해야 한다”고 밝혔다.

이에 시민단체도 강하게 반발하고 있다. 광주환경운동연합은 지난 22일 시민을

냄새가 퍼졌지만, 유해물질 유출량과 주민 건강 영향에 대한 공식 설명이 전무하다”고 비판했다. 실제로 금호타이어 공장은 연간 4천900t에 달하는 유해화학물질을 취급하는 고위험 사업장이다. 주민 피해가 스페인 2016년 타이어 매립 화재 당시보다 더 클 수 있다

는 오렌도 110다. 다시 스페인 예고지

全南日報

광주시, 금호타이어 화재 피해 ‘특별대책반’ 가동

행정지원·환경조사·주민 피해 파악
근로자 2300여명 생계유지비 지원
협력업체 경영안정자금 지원 검토
빛그린산단 이전 추진시 적극 지원

광주광역시와 금호타이어 광주공장 화재로 인한 시민 피해를 최소화하기 위해 특별대책반(TF)을 구성하고 본격 대응에 나섰다. 광주시는 행정 지원과 환경 조사, 주민 피해 접수에 적극 나서는 한편, 고용노동부 등과 협의해 고용 위기 대응책도 마련하고 있다.

광주광역시와 이번 화재의 책임과 피해 회복의 주체는 금호타이어에 있다는 점을 분명히 하면서도, 시민 안전과 지역경제를 고려해 자치구와 함께 행정적 대응에 나서고 있다고 25일 밝혔다.

광주시에서 따르면 시는 금호타이어 광주공장 2공장에서 발생한 대형 화재로 공장 가동이 중단되고 2차 피해가 확산되자 광산구와 지방고용노동청, 금호타이어 등과 함께 특별대책반을 구성해 고용 위기에 대한 공동대응을 마련, 6월부터 추진할 계획이다. 대책반은 화재로 피해를 입은 광주공장 인근 주민 보상을 위해 피해규

모를 파악하고 있다.

광산구청은 주민 피해 접수를 위해 송정보건지소 1층에 접수처를 마련하고 오전 9시부터 오후 6시까지 운영 중이다. 이날 15시 기준 신고 피해 인원은 6488명, 신고 건수는 인적 피해 6610건, 물적 피해 3368건, 기타 1041건으로 총 1만1019건으로 집계됐다.

광주시는 시민 불안을 해소하기 위해 대기오염 모니터링을 시간 단위로 실시하고 있으며, 도로정소를 강화하고 악취·실내공기질 검사도 지속하고 있다고 밝혔다. 차량 분진 피해에 대해서도 순차적으로 조사해 보상에 접수를 할 계획이다.

이번 화재로 고용 불안을 겪고 있는 근로자는 약 2350명으로, 광주시는 금호타이어가 일방적으로 해고할 수 있도록 노동자회의를 통한 협상과 정부 건의를 병행하고 있다.

앞서 광주시는 행정안전부에는 특별재난지역 선포와 특별교부세를 요청했고, 고용노동부에는 고용유지지원금 지급을 건의했다. 그 결과 행정안전부에서 특별교부세 5억원을 확보해 광산구에 전달했으며 화재가 발생한 금호타이어 광주공장 2공장과 인근 지역

을 특별재난지역·고용위기지역으로 선포해 지원할 수 있도록 정부에 지속적인 건의에 나서고 있다. 재난·위기지역으로 선포되면 사측이 납부해야 하는 의료·고용보험 등을 유예할 수 있으며 피해 지역 복구 예산을 지원 받을 수 있다.

근로자가 월급을 받지 못할 경우 최소 생계비를 지원할 수 있으며 저금리 융자

를 통한 지원도 가능하다.

화재로 인해 협력업체 213곳의 경영 위기도 우려되고 있다. 금영을 납품하는 직접 협력업체는 3곳으로 지난해 약 8억원의 납품 거래를 했고, 전기설비·자재 등을 납품하는 업체는 210곳으로 지난해 기준 거래 규모는 약 280억원이다. 이에 광주시는 협력업체들이 납품대금을 받지 못할 상황에 대비해 경영안정자금 지원을 검토 중이다.

광주시는 금호타이어의 빛그린국가산단 이전도 적극 지원할 방침이다.

금호타이어가 공장 이전을 공식화하고 빛그린국가산업단지 내 토지 매입 대금 완납과 산공장 착공 절차를 진행할 경우, 광주시는 현 광산구 공장 부지의 용도 변경 등 행정 지원도 적극 추진하겠다는 계획이다.

금호타이어는 지난해 10월 한국토지주택공사(LH)와 1180억원 규모의 빛그린산단 토지 매입 계약을 체결했고, 2029년까지 분할 납부할 예정이다.

광주시는 “고용 안정과 지역경제 회복, 환경 조사·피해 회복에 전력을 다하겠다”

며 “금호타이어 측과 협의해 공장 재가동·이전 계획이 조속히 추진되도록 지원할

계획”이라고 밝혔다.

한편 지난 17일 오전 금호타이어 광주공장 내 2공장(정련공정)에서 화재가 발생해 직원 1명이 대피 중 건물에서 추락해 골절상을 입었으며, 소방대원 2명도 화상 등 부상을 입었다. 화재는 2공정의 절반 이상을 태우고 76시간만인 지난 20일 진화됐다.

정성아 기자 sangja.jeong@nlt.co.kr

광남일보

광산구, 금호타이어 화재 현장중심 대응 빚났다

박병규 구청장 현장 지휘...적재작소 발 빠른 대처
공직자, 구호품 확보·대피 지원...“일상회복 지원”

광주 광산구가 현장 중심의 신속하고 적극적인 대응으로 금호타이어 광주공장에서 발생한 대형 화재에 따른 주민 불안과 피해 확산을 줄이는 데 주도적 역할을 하고 있다.

화재 진화, 인근 주민과 지역에 대한 피해 최소화하는 ‘방아쇠’ 구축 등 침착한 대응과 대처부터 피해 주민에게 임시 안식처를 제공한 선제적 대피소 운영, 긴급 재산 등 피해를 호소하는 주민을 위한 발 빠른 피해 현황 조사까지 발 빠른 대처가 빚났다.

광산구는 지난 17일 화재 안전대책본부로 행정 체계를 전환하고, 전 직원 비상근무에 들어갔다. 화재 발생 직후 현으로 달려간 박병규 구청장은 완전 진화가 이뤄진 20일 오전까지 현장을 오가며 대응을 주도해왔다.

광산구는 급작스런 화재로 인명 피해 등 6대 중 중장비 동원, 소방용수 확보 등 화재 진화를 지원하는 한편, 소화수와 현장 오염물질을 공장과 인접한 광동강으로 유입되지 않게 조치하고, 인근 주민의 안전을 위해 화재 상황 등을 시민에게 안내했다.

특히 박병규 구청장은 검은 안개와 냄새가 화재 주변 지역으로 퍼져나감에 따라 17일 오후부터 선제적으로 주민 임시대피소를 운영해 주민들의 안전에 발 빠르게 대응했다.

했다. 임시대피소는 1차(광주에서 체육관, 19일 운영 종료), 2차(하남다누리센터 운영 중)에 걸쳐 운영했으며, 총 186세대 335명이 이용했다.

주민대피소 이동에 전세버스 12대를 투입하고, 응급구호 활동 370개와 식사 지원, 응급처치, 건강상담, 방역 등을 위한 현장 의료지원반·검역방역관리반도 운영했다. 광산구보건소(하남3차구), 송정보건지소에 의료상담 창구를 설치, 병원 연계를 강화해 응급 대응을 지원했다.

△공직직원, 시민불만·불안 해소

특히 광산구 공직자들은 화재 대응 최전선에서 헌신적으로 주민 안전을 지켜냈다. 2차 피해 방지를 위해 화재 당일부터 초동 파출소 11개소를 배치하고, 화재를 막기 위해 아파트 단지, 학교 등을 다다르며 마스크 5만4670개를 배부했고, 화재 영향을 받는 아파트 입구 10개소 등에 ‘현장지원반’을 설치해 심리 안정 상담 등 필요한 지원을 전개했다.

내세, 대형 화재가 심각한 인근 아파트에 거주하는 56세대 1633명의 주민들을 직접 찾아가 대피 수업을 파악하고, 대피를 적극 설득했다. 또 임시대피소 운영을 위해 북구, 남구 등 타 자치구에서 텐트를 빌리고, 전구제해구호협회, 대한적십자사에 협조를 요청하는 등 부족한 구호 물품을 화재 당국에 제공할 예정이다.

특히 큰 불길에 집까지 뚫린 지붕을 위한 살수작업을 운영하고, 화물차 수일 운영 감시체계를 운영하며 추가 피해 예방에 힘썼다. 화재 진화 이후에도 재대발상을 유예하며 사고 수습과 주민 생활 안정을 지원하고 있다.



박병규 광주광산구청장(오른쪽)이 지난 17일 금호타이어 광주공장 화재에 따른 주민 불안감 해소를 위해 확산을 줄이고자 현장 지휘를 하고 있다.

2차 임시대피소를 운영한 20일에도 공직자들이 1440세대를 방문, 안전하게 대피할 수 있도록 말차 지원했다.

△주민들 일상 회복에 나선

광산구는 사고 수습, 피해 복구 과정에

서 화재로 발생한 직·간접적 주민 피해 문제 등 일상 회복 과정에 소홀하지 않도록 노력하고 있다. 특히 큰 불길에 집까지 뚫린 지붕을 위한 살수작업을 운영하고, 화물차 수일 운영 감시체계를 운영하며 추가 피해 예방에 힘썼다. 화재 진화 이후에도 재대발상을 유예하며 사고 수습과 주민 생활 안정을 지원하고 있다.

지난 19일에는 송정보건지소 1층에 설치된 화재로 금호타이어와 공동으로 피해 규모를 파악하기 위한 현장 조사에 착수하며, 신속한 보상을 뒷받침했다.

25일 오전 접수된 피해 현황은 총 1만 113건(6222명)이 접수된 것으로 집계됐다. 금호타이어는 1차로 지난 22일 2700여 명에 대한 보상 절차를 돌렸다.

광산구는 20일 일일방문을 통해 금호타이어에 정확한 피해보상 계획 발표와 조속한 이행을 촉구했다. 21일에는 금호타이어와 면담을 갖고 피해 신고 주민 신속한 보상을 지원, 자체 클렌징 운영 등 복구 대책을 요구하며, 공장 정상화 등을 위한

선호 협력 방안을 논의했다.

박병규 구청장은 화재가 지역경제 등에 미친 영향을 최소화하기 위해 현장을 찾은 정부 관계자, 광직관 등에 특별재난지역, 고용유지지원금 지원 등 특별지원

을 끌어내는 노력을 강화할 계획이다.

박병규 구청장은 “반드시 화재에 맞서 싸워준 소상공인과 다양한 현장에서 헌신을 다한 공직자들이야말로 이번 화재 사고에서 주민의 생명을 지킨 영웅들”이라며 “광산구는 끝까지 신속한 주민 피해 복구에 최선을 다하며 금호타이어 정상화

를 적극 지원하겠다”고 밝혔다.

임정호 기자 jh4949@wangnam.co.kr

(2024. 5. 26)



5.27 화요일

光州日報

능장 검사에 매뉴얼 탓만...중요 발암물질은 측정 안했다

‘금타 화재’ 총체적 난맥 드러낸 광주시

광주시의 금호타이어 공장 화재 대응과 관련, 총체적 무능함을 곳곳에서 드러내고 있다.

시민들이 화재 발생 이후 유독가스와 매캐한 연기로 고통을 호소하는데도, 즉각적인 오염도 측정에 나서지는커녕, ‘매뉴얼이 없다’며 화재 발생 나흘 뒤 ‘완전’ 선언이 내려진 뒤에야 대기 중 중금속 측정에 나선 것으로 밝혀지면서다.

또 생고무-타이어 등이 대규모로 적재된 공장 화재 시 많이 배출되는 오염 물질로 꼽히는 다환방향족 탄화수소(PAH), 다이옥신 등은 아예 측정하지 않는 무심경하도 드러났다. 여기에 휘발성유기화합물(VOCs) 59종을 분석했지만 시민들의 높은 관심에도, 정작 4개 항목만 공개하는 무심함까지 보여지면서 재난 대응의 ‘3무’(無) 행정을 보여줬다는 비판이 제기되고 있다.

◇해도 너무나 능장 검사...불 꺼진 뒤에야 검사=광주시는 금호타이어 화재 발생(17일) 나흘 뒤인 지난 20일에야 보건환경연구원을 통해 대기 중 중금속 물질(6종) 검출 여부를 조사하기 시작했다.

화재 발생 이후 타이어 등이 불에 타면서 내뿜는 매캐한 검은 연기로 고통을 호소하는데도, 소방당국이 ‘완전’ 선언을 한 20일까지 중금속 물질 측정조차 하지 않았다는 것이다.

이러고도 화재 당일인 17일 ‘유해화학 대기오염 물질 유통 관련 매사건 측정 결과 현재까지 안전에 문제가 없다’는 식의 재난 안전 문자를 전 시민들에게 발송했다.

광주시는 ‘매뉴얼이 없어서’, ‘측정 장비 운영 기간이 아니라서’라고 했다. 중금속은 수동으로 한 달에 5일간 측정해 5월 전체 평균으로 내는 방식의 측정법을 운영하고 있는데, 측정 기간이 아니라 시기

휘발성유기화합물 59종 분석하고 실제 공개된 것은 벤젠 등 4종 뿐 시민 알권리 보장 강조하고도 입맛 따라 선택적 정보만 제공 전문가 “책임있는 환경 행정 필요”

에 맞춰 대응하지 못했다는 것이다.

광주시 보건환경연구원 관계자는 “20일부터 수동으로라도 측정해보자고 해 포집 장비를 설치해 미세먼지를 수집하고 있다”고 했다.

◇시스템에 있는 항목만...중요 발암물질 측정 제외=국내의 산업계에서 금호타이어 공장 등 생고무-타이어 등 불완전 연소가 많은 시설에서 화재가 날 경우 대기 중 배출될 우려가 높은 대표적 물질로 PAH, 다이옥신 등이 꼽힌다.

다이옥신은 세계보건기구(WHO) 1급 발암물질, PAH는 내분비계 장애물질로 분류되는데, 광주시 등 환경 당국은 이번 금호타이어 화재에서 이들 항목을 측정하지 않았다.

평소 검사 측정 항목에 들어있지 않아 제외했다는 게 광주시와 영산강환경청 설명이다.

시민들이 어떤 오염물질에 노출되는지, 어떤 피해가 우려되는지 꼼꼼하게 항목을 살펴보고 세심하게 점검하기 보다는 있는 것 위주로 검사를 진행하는 데 관심을 기울였다는 것이다.

이철갑 조선대 직업환경의학과 교수는 “환경 행정은 시민의 건강과 안전을 다루는 만큼 정확하고 책임감있는 운영이 필요하다”며 “중금속 중 카드뮴과 크롬, 그리고 PAH는 발암 위험이 입증된 물질이라 특히 주의해야 한다”고 말했다.

◇알권리 강조하면서...자기를 입맛대로 공개=



26일 광주시 광산구 소촌동 금호타이어 광주공장 2공장이 화재로 불타 콘크리트 골조와 잔해만 남은 채 잿더미가 돼 있다. /최현배 기자 choi@kwangju.co.kr

영산강환경청은 금호타이어 화재 발생 이후 이동 측정 차량을 활용해 대기 중 VOCs 59종을 분석했다. 정작 시민들에게 공개된 항목과 측정치는 에틸렌옥사이드, 황화수소, 이황화탄소, 벤젠 등 4종류에 불과하다.

지난 2023년 3월 한국타이어 화재 당시 문제가 됐던 물질이 벤젠, 황화수소, 이황화탄소, 에틸렌

옥사이드 등이라 해당 측정치만 공개했다는 게 영산강청 설명이다. 광주시가 지난 21일 보도자료를 내며 ‘시민 대기오염에 대한 알권리 보장을 위한 조치’를 언급한 것을 고려하면 자신들이 취사·선택해 선택적으로 정보를 제공하고 있다는 비판이 나온다.

특히 광주시의 이같은 인식은 관련 규정 상 사용

금지된 기준을 자의적으로 선택해 비교한 뒤 ‘미미한 수준’이라는 식의 보도자료를 발표한 것과도 무관하지 않다는 지적이 적지 않다.

영산강유역환경청 관계자는 이같은 문제 제기와 관련해 “27일 저녁부터 나머지 항목들도 공개하겠다”고 밝혔다.

/김진아 기자 jinggi@kwangju.co.kr

(35.8×19.6)cm



5.28 수요일 : 금호타이어 화재가 주는 교훈

光州日報

2025년 05월 28일
06면 (사회)

한계 드러낸 광주 유해물질 측정 시스템 개선 시급

금호타이어 화재가 준 교훈

금호타이어 광주공장 화재를 계기로 대형 재난 시 유해물질 측정과 관련 시민들의 혼선을 줄이고 실효성을 높일 지자체·국가 차원의 매뉴얼을 마련해야 한다는 목소리가 높다.

이번 화재로 광주시와 영산강유역환경청, 보건환경연구원 등 기관들의 무신경함과 무책임, 소극적인 업무 행태가 고스란히 드러났다는 점에서 지역민들이 믿을 수 있는 유해물질 모니터링 시스템과 컨트롤타워 구축이 시급하다는 지적이 나온다.

앞서, 광주시는 '매뉴얼이 없다'며 화재가 난 뒤 나흘 뒤에야 중금속 검출 여부를 측정하는가 하면, 화재 전후의 오염물질 검출 여부를 비교할 자료조차 확보하지 못하는 등 부실한 재난 대응 실태를 드러내 비판이 제기된 바 있다.

27일 광주시 등에 따르면 광주시와 영산강유역환경청 등은 이번 금호타이어 화재와 관련, 대처 과정에서 기관마다 다른 기준으로 대기오염여부를

지역민들 건강·대기환경 영향 주는 핵심 중금속 측정 매뉴얼 없어
기관별로 제각각 조사에 선별적인 정보 제공으로 혼선·불신 야기
시민 눈높이 고려 지자체·국가 차원 실효성 높일 매뉴얼 마련해야

측정, 발표하면서 시민들에게 혼선을 부추겼다는 지적을 받았다.

광주시 보건환경연구원의 경우 화재가 발생한 17일부터 이동식 측정차량 1대를 투입해 아황산가스, 이산화질소, 오존, 일산화탄소, 미세먼지, 초미세먼지 등 6개 항목을 1시간 단위로 실시간 모니터링했다. 연구원은 또 20일부터는 중금속 등을 측정한다며 VOCs 27종을 수동 포집 방식으로 채취했다.

연구원은 송정역·광산구청·어린이집 등 다중이용시설에서는 벤젠, 에틸벤젠, 톨루엔, 자일렌, 스티렌 등 VOCs 5종과 포름알데하이드 등 6종도 측정했고 19~26일 사이에는 '악취 조사'를 내세워 9개

지점에서 VOCs를 비롯한 23개 물질을 측정했다.

영산강유역환경청도 이황화탄소, 산화에틸렌, 벤젠, 황화수소 등 휘발성유기화합물(VOCs) 59종을 측정했다.

연구원, 영산강청이 같은 휘발성유기화합물을 제각각 측정하는가 하면, 장소도 임의적으로 선정된 뒤 측정해 공개했다.

측정 결과에 대한 판단도 제각각이었다. 연구원은 광주시 조례로 정한 '시 대기환경기준'을 적용했는데, 영산강환경청은 대기오염 평가 지표로 쓸 수 없는 'TWA(시간가중평균노출기준)'를 썼다.

연구원은 또 다중이용시설 조사 과정에서는 난데없이 '신축 공동주택의 실내공기질 관리 기준'을 적

용해 판단했다.

가이드라인이 없다 보니 오염도 측정이 '긴급 측정' 위주로 이뤄지고, 현장에서 각 부서가 자체 판단해 측정을 하면서 정보의 혼란이 심해졌다는 얘기가 나온다.

이 과정에서 시민들에게 왜 그 기준을 적용했는지 여부나 측정 검출 수치를 어떻게 평가해야 하는지에 대한 설명도 없었다. 오히려 기준치를 벗어난 수치를 누락하거나 제멋대로 해석해 공개하면서 왜곡된 해석을 불러왔다.

광주시 안팎에서는 "측정치를 비교할 만한 과거 데이터나 판단 기준, 매뉴얼이 하나도 없어 대처가 어려웠다"고 입을 모으고 있다.

실내 공기질, 중금속 등 측정이 금호타이어 화재가 '완전'된 뒤에야 시작된 것도 매뉴얼 부재로 어떻게 대처할 지 몰라 우왕좌왕하다 늦어졌다는 지적이 나온다. 광주환경운동연합도 "광주시, 광산구, 영산강유역환경청, 광주고용노동청 등 각 기관이 협조하지 않고 개별적으로 대응하면서 일관성

있는 대책 추진이 어려운 상황"이라고 꼬집었다.

전문가들은 이같은 점을 들어 대형 화재, 화학사고 등에 대응하기 위한 매뉴얼과 일관된 기준을 신설해야 한다는 지적을 내놓고 있다.

이철갑 조선대 작업환경의학과장은 "국민환경기초조사 결과나 국립환경과학원이 과거 유사 화학사고 당시 진행했던 피해 분석, 현상 진단, 원인 규명 연구들을 바탕으로 새로운 기준을 마련하는 것은 충분히 가능하다"며 "환경오염물질에 대한 축적된 연구결과 등 자료들을 종합해 국민 건강 보호를 위한 환경보건 감시체계 개편과 화학물질 위해성 평가 및 관리체계 구축에 나서야 할 시점"이라고 말했다.

광주환경운동연합은 이날 성명을 내고 "정부와 관계기관은 대형 화재와 화학물질 노출에 대비하는 통합적 대응체계 구축을 위한 거버넌스를 구축해야 하며, 피해자들을 위한 체계적인 건강 영향 조사도 추진해야 한다"고 주장했다.

/김진아 기자 jinggi@kwangju.co.kr

(35.7*11.8)cm

금타 화재 3일째 대기 중 유해물질 수습중 검출 확인

광주시, 비공개했던 영산강환경청 VOCs 59종 측정자료 뒤늦게 공개
2가지 이상 물질 동시 노출시 유해성 증가 가능성에 안일한 대처 지적
전문가들 “유해물질 노출량·시민 건강 영향 등 파악해 대책 마련해야”

광주시와 영산강유역환경청이 시민 알권리를 보장 한다면서 자의적으로 선택, 공개해 비판을 받자 뒤늦게 금호타이어 광주공장 화재 발생 이후 측정된 대기오염물질 항목별 수치를 공개했다.
특히 '미미한 수준'이라는 광주시 등의 애초 발표와 달리, 금호타이어 화재 발생 이후 대기 중 수십 가지 종류의 유해물질이 검출된 것으로 확인됐다.

2가지 이상의 유해물질이 동시에 유출됐을 경우 유해성이 증가할 수 있다는 게 전문가들의 지적이라는 점에서 시민들의 경각심을 늦추게 했다는 비판이 나온다.

광주시가 28일 오전 9시 30분께 영산강유역환경청의 휘발성유기화합물(VOCs) 59종에 대한 측정 자료 전체를 공개한 결과, 금호타이어 화재 발생 이후 평소 검출되지 않던 유기화합물들이 사흘째인 지난 19일 낮 12시를 기점으로 일제히 검출되기 시작했다.

석유제품이 탈 때 나오는 독성 화합물 '아크로레인' (0.030ppm), 메탄올(0.031ppm), n-노네인(0.011ppm), 벤젠(0.041ppm), 클로로포름+디클로로메탄(0.016ppm), 에틸렌옥사이드(0.012ppm), 자일렌+에틸벤젠(0.008ppm), 메틸싸이클로펜탄(0.010ppm) 등이 있더라 확인됐다. 1-헥산, 싸이클로헥산, 메틸싸이클로헥산, 이소프렌, 아세론, 아세트알데히드, 염소, 메틸삼자부틸에터 등도 이 시각을 기점으로 검출량이 나왔다.

아크로레인의 경우 환경성이 임시방편상 저

용했던 TWA(시간가중평균노출기준) 기준인 0.1ppm에는 미달했지만 미국 환경보호청이 정한 급성노출가이드레벨(AEGL)의 1단계(0.03~0.27)에 육박했다.

AEGL은 산업재해, 화학사고, 테러 등으로 인해 일반 대중이 단시간 고농도의 유해 화학물질에 노출될 경우를 가정해 건강에 미치는 영향을 예측·대응하기 위한 기준이다.

AEGL 1단계는 '어떤 물질에 대해 일반 대중(민간한 사람 포함)이 불쾌감, 자극 또는 자극되지 않는 경미한 생리적 영향을 경험할 수 있는 공기 중 농도'다. 나머지 물질 등도 동시다발적으로 발생하는 화재사고로 유출될 경우 표기된 측정치보다 유해성이 더욱 높아질 수 있다는 게 산업계 분석이다.

고용노동부는 TWA 노출기준에 대한 고시로 '2종 또는 그 이상의 유해인자가 혼재하는 경우에는 각 유해인자의 상가작용으로 유해성이 증가할 수 있다'고 명시하고 있다.

미 환경청도 '화학물질독성노출기준'을 통해 '두 가지 이상의 화학물질에 동시에 노출될 경우, 상가적(additive), 상승적(synergistic), 길항적(antagonistic) 작용이 발생할 수 있기 때문에, 이러한 상황에서 AEGL 값을 적용할 때는 각별한 주의가 필요하다'고 규정하고 있다.

광주시가 선불리 '안전하다', '미미한 수준'이라고 시민들에게 근거없는 안도감을 줘서는 안된다는 것으로 해석할 수 있는 대목이다.

광주매일신문

하늘 뒤덮은 '검은 연기' 성분 분석 골든타임 놓쳤다

화재 나흘째 들어 검댕 채취 시작돼
100~200g 필요...확보 난항에 중단
'인과관계 입증' 피해 주민 몫 우리
불탄 원료 통한 추산 시점도 불투명

금호타이어 광주공장 화재로 수일 동안 뿜어져 나온 '검은 연기'(사진)의 성분 분석 등이 제 시기를 놓쳐 사실상 불가능해졌다.

28일 광주시에 따르면 금호타이어 광주공장 화재 원인 선안이 이뤄진 이후인 지난 22일 오후 3시 50분께부터 불캐본(검댕) 채취를 시작했다.

검은 연기를 직접 포집해 분석하는 것보다 전력도가 떨어지지만, 방지 형태로 떨어진 검댕의 성분을 분석하면 화재로 인해 어떤 물질이 난 들어왔는지 확인할 수 있다.

이 과정이 필요한 이유는 광주시 보건환경연구원과 영산강유역환경청에서 전행한 세 검사만으로 어떤 화재로 어떤 물질이 유출됐는지 전부 파악할 수 없기 때문이다.

채취는 금호타이어 광주공장 주변 도로와 인근 주거 지역에서 중점적으로 이뤄졌다.

그러나 검댕의 성분 분석을 위해선 100~200g이 필요한데, 그만큼의 양을 확보할 수 없어 채취는 중단된 상태로 파악됐다.

광산구 관계자는 "화재로 인해 검댕이 얼마나 나왔는지 확인하고 성분을 분석해보려 했으나, 한 곳에 모아져 있는 곳도 없었고 도처에 흩날린 양을 채집할 수 없는 상태였다"며 "사실 소관 업무도 아니다"고 속사정을 털어놨다.

이어 이 관계자는 "선도적으로 확인에 나선 것인데, 가동 중인 사업장 주변에 대한 확인이 아닌 전체 대기 환경 관리는 자치구 단위에서 하지 않는다"며 "현재로서는 채취와 분석 관련된 업무를 아니라고 하기 어렵다"고 덧붙였다.

이와 관련, 지역 환경단체 측은 "검댕 채취가 화재 발생 나흘째에 이뤄진 것은 좀 늦은 대목 같다"면서 "사실 주민들의 피해 확인 차원에서라도 유해 물질 성분 분석을 위한 시료 채취 등은 금호타이어가 적극적으로 나서야 하는 것 아니냐"며 금호타이어의 미흡한 조치를 지적했다.

실제 화재 진화가 한창이었던 지난 18일까지만 해도 공장 주변 곳곳에서 검댕이 뿜어오르기도 했으나 주민들 스스로 검댕을 지우기도 했고, 광주 곳곳에 비바람이 불기도 해 상당한 양이 씻겨져 나갔을 것으로 보인다. 문제는 성분 분석을 위한 시도가 제대로 발을 갈 수 없음, 어지러운, 목통증 등을 호소하는 수천명의 주민들이 해당 증상이 어떤 화재로 인한 피해라는 것을 스스로 입증해야 보상을 받는 상황이 도래할 수 있다는 점이다.

이에 전문가들은 검댕 분석을 통한 유해물질 간접 확인이 될 건너간 현 상황에서 남은 방법들은

이라고 측정 결과를 공개해 시민들에게 선불리 '안전하다'는 인식을 심으려 했다는 비판을 피할 수 없게 됐다.

송영영 한국재난안전기술원 이사장은 "소수의 유해물질만 측정하고 복합적 노출 경로와 단기간 급성 노출에 대한 영향을 판단할 수 없다면 건강 확인에 한계가 있다"면서 "어떤 물질이 실질적으로 얼마나 노출됐는지, 이로 인해 인체에 얼마나 영향을 미치는지 파악해야 주민 건강에 대한 대책을 마련할 수 있다"고 지적했다.

/김진아 기자 jingg@kwangju.co.kr



장 화재로 인한 피해 신고는 1만588명·1면6천563건으로 가장 많았으며 나머지는 물적 피해 489건, 기타 1천541건이다. /현재까지

광주매일신문

'유기화합물질' 59종 중 26종 위험도 평가 기준 無

영산강유역환경청 측정 대상

금호타이어 광주공장 화재와 관련, 영산강유역환경청이 측정한 휘발성 유기화합물질 59종 중 26종의 경우 위험도를 평가할 수 있는 기준치가 없는 것으로 나타났다.

영산강유역환경청은 화재 발생일인 지난 17~26일 금호타이어 광주공장 인근에서 이동식측정차량을 통해 1시간 간격으로 측정한 휘발성 유기화합물질 59종의 측정값을 28일 공개했다.

이와 함께 상대적으로 위험도를 가늠해볼 수 있는 참고치(시간가중평균TWA, 급성노출가이드레벨A

ELs)에 대입했을 때의 값도 발표했다. 다만 모든 물질에 대해 참고치가 적용된 건 아니었다. TWA와 AEGLs에 모두 대입 가능한 물질은 5종이었다. TWA만 가능한 건 15종, AEGLs는 5종이었다. 나머지 28종의 경우 두 참고치 모두 사용하지 못했는데, 이는 각 참고치에 해당 물질의 위험도를 판단할 수 있는 기준 자체가 없다는 게 영산강청의 설명이다.

영산강유역환경청 관계자는 "기준이 없다고 해서 유해하지 않은 물질이라는 건 아니다"며 "TWA와 AEGLs를 참고치로 사용한 것도 아의 환경에서 노출됐을 때에 적합한 기준이 없기 때문"이라고 밝혔다.

/현재까지

(13.7~7.9)cm

(33.6~19.7)cm



6.13 중금속 등 측정 결과

光州日報

2025년 06월 13일
06면 (사회)

광주시, 금타 화재 중금속 측정 결과 2주 넘게 미공개 왜?

보건환경연구원 지난달 28일 전달...시 “측정값 판단할 기준 없어서”
전년보다 납 최대 4배 이상 검출...벤조피렌은 연평균보다 5배 증가
당초 ‘미미한 수준’ 발표 파장에 실수 반복 안하러 공개 저울질하나

광주시가 금호타이어 공장 화재 ‘완진’ (20일) 이후 보건환경연구원(이하 보건연)의 대기 중 중금속 측정 결과를 전달받고도 2주 넘게 공개하지 않은 것으로 드러났다.

광주시는 시민들의 불안감을 감안해 중금속 측정에 나서 당시 화재 이후 중금속 검출량이 일시적으로 증가한 사실을 확인하고도, 결과를 공개하지 않고 있어 비판을 사고 있다.

12일 보건연에 따르면 연구원은 금호타이어 화재 ‘완진’ 선언이 내려진 뒤인 지난달 20일부터 27일까지 공장 화재 현장 인근에서 대기 중 6개 중금속 물질의 농도를 측정한 뒤 지난달 28일 광주시에 결과를 전달했다.

보건연구원의 측정 결과, ‘잔불 진화’ 작업이 이뤄지던 25일에는 납이 $\text{m}\mu\text{g}$ 0.02530 검출된 것으로 드러났다. 전년도 5월 기준 도시 전체 납 검출 평균 0.00648 μg 에 비해 최대 4배 이상 뛰었다.

카드뮴(0.00030 μg), 크롬(0.00120 μg), 구리(0.00850 μg), 철(0.36340 μg), 니켈(0.00090 μg)

등도 검출됐다.

전년도 광주시 평균 농도인 납 0.00648 μg , 카드뮴 0.00019 μg , 크롬 0.00066 μg , 구리 0.00505 μg , 철 0.30716 μg , 니켈 0.00123 μg 보다 높은 수치다.

지난달 27일 이후에 측정한 다환방향족탄화수소(PAHs)도 급증했다. PAHs는 화재 시 발생할 수 있는 2개 이상의 벤젠 고리를 가진 유기 오염 물질로 이중 벤조(a)피렌을 포함한 16종의 물질은 국제보건기구 산하의 국제암연구소(IARC)에서 ‘우선 대상 오염 물질’로 지정해 관리중이며 벤조피렌을 인간에서 암을 유발하는 확실한 발암 물질로 분류하고 있다.

지난달 27일 기준 벤조(g,h,i)피렌은 $\text{m}\mu\text{g}$ 0.46ng이 검출됐는데, 이는 연평균 0.09ng에 비해 5배 증가한 수치였다. 벤조(k)플루오안텐도 0.27ng 검출돼 연평균(0.09ng)의 3배에 달하는 수치를 보였다

유독성 VOCs도 연평균 수치에 견줘 높은 수치

가 나왔다. 톨루엔도 3.117ppb(연평균 1.29ppb), 에틸벤젠 1.772ppb(0.17ppb), 자일렌 0.689ppb(0.19ppb) 등도 연평균 검출량보다 눈에 띄게 높은 수치가 검출됐다.

광주시는 이같은 측정 결과를 받고도 현재까지 공개하지 않고 있다. 중금속 측정 결과와 관련, 측정된 값이 얼마나 위험한지 판단할 기준이 없다는 게 비공개 사유다.

앞서, 광주시는 관련법 등에 따라 사용금지된 기준을 자의적으로 취사·선택해 비교한 뒤 ‘미미한 수준’이라는 식의 보도자료를 내 시민들에게 ‘안전하다. 외출해도 문제없다’는 시그널을 줬다는 비판을 받은 바 있다.

시민들의 불안감을 해소하기 위한 투명한 정보 공개에는 인색하면서 자의적으로 판단 기준을 내리고 선별적으로 정보를 공개하는 이중적 행태를 보이고 있다는 지적이 나오는 이유다.

일각에서는 같은 실수를 반복하지 않기 위해 공개 여부를 저울질하고 있는 것 아니냐는 말도 흘러 나온다.

광주시 관계자는 “공개하려고 준비중”이라며 “TF 위원들이 시민들이 이해하기 쉽도록 구체적인 장소 등을 명시해주라는 의견이 있어서 준비하는데 시간이 걸렸다”고 말했다.

/김진아 기자 jinggi@kwangju.co.kr

(34.6×14.7)cm

금타 광주공장 ‘오염수 유출’ 우려가 현실로

<금호타이어>

광산구 ‘이상 없다’ 불구 하천 유입
관리 감독 소홀·대비 미흡 지적 제기
시료 분석 최종 결과 오늘 나올 듯

<속보>금호타이어 광주공장 대형화재
진압에 따른 소방품 등 오염수의 인근 황룡
강 지류에 유출<본보 6월 16일자 1·3면>
과 관련 금호타이어 측의 관리 소홀 논란이
불거지고 있다.

광주공장 화재 직후 “하천 오염은 없다”
고 단언한 광산구 역시 제대로 관리·감독
을 못한 비판을 피할 수 없게 됐다. 특히,
광산구는 오염수 유출이 사실로 드러나면
서 뒤늦게 ‘고발조치’ 등 금호타이어에 책
임을 전가하려는 태도를 보여 눈살을 찌푸
리게 하고 있다.

16일 남도일보 취재를 종합하면 지난
14일 금호타이어 광주공장 인근 황룡강 지
류 하천에서 검은색 유막 형태의 오염 흔적
이 발견됐다. 해당 지점은 국가지정 생태보
호구역인 장록습지 인근으로, 유해 물질이
확산될 경우 생태계 전반에 악영향을 줄 수
있다는 우려가 제기된다.

오염물은 악취를 동반하며 수면에 기름
막처럼 퍼져 있었고, 일부는 하천 수풀까지
번진 것으로 확인됐다. 광산구는 당일 현장
에 출동해 시료를 채취했고, 보건환경연구
원에 분석을 의뢰한 상태다. 분석 결과는



화재로 가동 멈춘 공장 최근 금호타이어 광주공장 인근 황룡강 지류 하천에서 검은색 유막 형태의 오염 흔적이 발견됐다. 해당 지점은 국가지정 생태보호구역인 장록습지 인근으로, 유해 물질이 확산될 경우 생태계 전반에 악영향을 줄 수 있다는 우려가 제기되고 있다. 사진은 금호타이어 광주공장 모습. /임문철 기자

이르면 이날 오후, 늦어도 17일께 나올 예
정이다.

문제는 이번 오염이 단순한 사고가 아니
라는 점이다. 화재 직후 지역사회에서 제기
됐던 환경오염 가능성이 현실화 됐기 때문
이다.

실제 최지현(더불어민주당, 광산 1)의
원은 이날 시의회 정례회 본회의 5분 자유
발언을 통해 “금호타이어는 연간 약 4천
900 t의 유해화학물질을 사용하는 사업장

임에도 불구하고 이번 화재로 어떤 물질이
얼마나 소실됐는지, 대가나 토양 등 환경에
영향을 미쳤는지에 대한 정보가 제대로 공
개되지 않고 있다”며 “이같은 불투명한 대
응은 주민 불만을 더 키우는 결과를 낳고
있다”고 비판했다.

시민 김모(45)씨도 “불이 난 지 한참 됐
는데도 오염물이 하천으로 흘러 든다는 게
말이 되나”며 “한 달 만에 이렇게 되는 걸
보니 기가 차다”고 말했다.

광산구는 오염 원인으로 “공장 내 빗물
및 소방수 유입을 차단하는 집수정 펌프가
자동에서 수동 모드로 전환된 상태에서 제
기능을 하지 못했기 때문”이라고 설명했
다. 화재 이후 수위 조절이 제대로 이뤄지지
않으면서 전류 소방수와 유해 물질이 외부
로 넘친 정황이 드러난 것이다. 특히 당지
군부 중이던 금호타이어 직원인 펌프 상태
를 인지하지 못한 점이 원인으로 지적됐다.
광산구는 “정밀 분석 결과에 따라 금호

타이어 측의 법적 책임도 검토하겠다”며
고발 가능성을 시사했다.

하지만 화재 진압 직후 “하천 오염 우려
는 없을 것”이라며 단언하던 태도와 상반
된 대응이 오히려 ‘책임 회피’로 비칠 수
있다는 지적이 나온다.

환경단체 관계자는 “이번 사안의 핵심은
단순한 펌프 고장이나, 행정기관이 화
재 이후 얼마나 철저하게 2차 피해를 감시
하고 대비했느냐”라며 “시료 분석도 끝나
지 않은 상황에서 업체 고발을 언급하는 건
책임을 전가하려는 태도로 보일 수 있다”
고 비판했다.

일각에선 금호타이어는 현장 관리와 초기
대응 실패, 광산구는 감독 부실과 사후 모니
터링 실패라는 이중 책임론도 제기된다.

아울러 오염수 유출이 장록습지 인근이
라는 민감한 위치에서 발생한 만큼, 생태계
에 미칠 장기적 영향에 대한 조사와 예방책
마련이 시급하다는 목소리도 커지고 있다.

광산구 관계자는 “화재 이후 단 하루도
빠짐 없이 현장 점검을 이어왔다”며 “비가
오기 전이라도 직원들이 퇴근하지 않고 남
아 펌프 상태를 확인했고, 금호타이어 측에
공문도 두 차례 보냈다”고 해명했다. 이어
“현장 직원이 억울함에 울기도 했다. 눈송
이 있었다면 이런 말조차 하지 못했을 것이
다. 이렇게까지 했는데 모든 책임을 묻는
건 너무 억울하다”고 말했다.

/임지섭·전동철 기자

[단독]금호타이어 광주공장 화재 한 달...각종 오염수 인근 하천 유입

고광민 기자 · 2025. 6. 15. 18:32

15

가

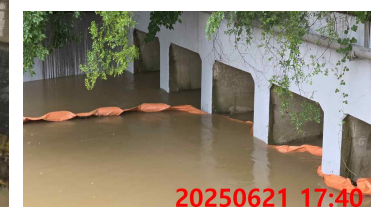
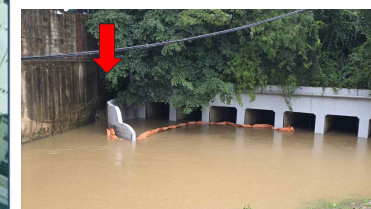
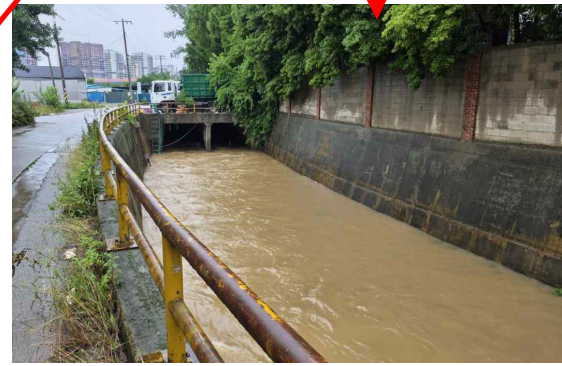
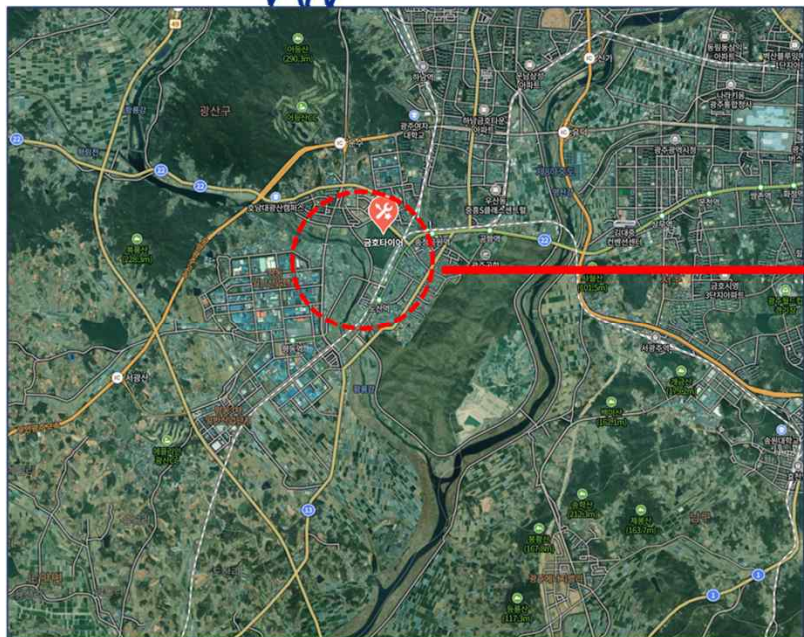
지난 주 폭우 영향 인근 황룡강 지류 스며들어
직원 20~30여명 급파 하천 등 방재 작업
광산구, 오염물질 채취 기름 여부 등 확인
금타 “화재진압 의한 각종 소방품 물질 추정”
지난 대기오염 논란에 수질오염까지 불거질 듯



15일 금호타이어 광주공장 등에 따르면 전남(14일) 오전 7시부터 광산구 선암동 황룡강 지류 일대로 유입된 오염수 방재 작업을 벌이고 있다. /임지섭 기자 ljs@namdnews.com



장마와 수질오염 우려





호우 이후 장록습지 상황



수질오염 방지 대책 요구

금호타이어 화재 잔재를 하천 유출 상황 보고

□ 상황개요

- 일 시 : 2025. 6. 14.(토) 07:20분경
- 장 소 : 금호타이어 서측 구거(황룡강 합류 지점)/선암동 478-16
- 내용/원인 : 금타 서측 구거로 초기우수저류시설 내 화재 잔재를 유출
- 강우시 집수정 펌프 작동 부주의로 우수저류시설 화재잔재를 유출
- 강 수 량 : 80mm(6.13.(금)18:00~14.17(토)07:00까지)
- 대응인원 : 17명(시 6, 영산강청 2, 광산구청 5, 광주환경공단 4)

□ 현장확인 및 조치사항

[6.14.(토)]

- (07:20~8:50) 사고지점 인근하천 순찰 발견(광산구 기후환경과)
- 금타 우수로에서 화재잔재를 유출 확인 및 오일뿔 설치/영산강청 등 상황전파
- (09:30) 현장 출장(시-환경보전과, 물관리정책과)
- (11:00) 황룡강 배수문 부근 오일뿔 및 오일뿔 추가 설치(한국환경공단 등)
- (12:00) 하천수 및 화재잔재물 시료 채취(광산구→보건환경연구원)
- 하천시료(2개지점) : 장록교 및 배수문 하부/광유류 등 19개항목
- 화재 잔재물(1개지점) : 배수문 하부/납 등 11개항목 폐기물 분석
- (12:00~) 폐기물 수거차량(탱크로리)3대 도착 및 수거작업
- 금호타이어 직원 하천 진입 화재잔재물 직접 수거
- (21:00) 배수문 주변 하천 화재잔재물 수거 완료

[6.15.(일)] 펌프카 이용 초기우수처리시설 청소, 폐수 처리 및 오일뿔 교체

[6.13.(금)~6.16.(월)] 수질검사 결과

- 사고이후 (6.14.(토), 6.16.(월) 황룡강(장록교) 수질 측정 시 특이사항 없음
- (6.16.) TOC 4.2mg/L, T-P 0.124mg/L, DO 6.4mg/L, 주요 중금속 불검출
- 검사 결과, 평소 강우 시 유입되는 비점오염원에 의한 수치와 유사한 수준으로 판단됨
→ 수질검사 결과 금호타이어 방류수가 직접적인 원인이라고 단정할 수 없음

[6.17.(화)]

- 공공수역 수질오염물질 유출에 따른 방제조치 명령(광산구-금호타이어)

- 장마철 집중호우 대비 - 금호타이어 수질오염물질 하천유입 방지 대책

□ 상황개요

- 화재잔재물 유출사고 : '25.6.14.(토) 07:20분경 / 금타 서측 구거(선암동 478-18)
- 집수정 이용 펌프 고장으로 자동 → 수동 전환 후 관리 소홀로 하천 방류 추정
- 유해화학물질(2종) : 어독성이 강해 유출시 제2차 환경사고 우려
- (연간취급량) 고무 노화방지제(코마복스-13) 1,200톤, 고무합성촉진제(씨제트) 500톤
- 금주 예상강우량 : 약 65mm (6.20.(금) ~ 6.21.(토))
- 6.21.(토) 8시 ~ 11시 집중호우 예상(시간당 5~10mm)

□ 지금까지 추진사항

- 유해화학물질 유출대비 관리계획 수립요청(시→금호타이어) : 6.16.
- 유해화학물질 유출 등 수질오염 예방대책수립 요청(시→금호타이어) : 6.16.
- 금호타이어 광주공장 화재조사 관련 협조공문 발송(시→경찰청) : 6.17.
- 해체계획서 행정절차 처리기간 협조요청 공문발송(시→광산구) : 6.17.
- 정련공정 우수 분리 차수벽(타이어 플레이트 등) 설치완료(금호타이어) : 6.19.
- 화재구역(1100m×42.5m) 차수벽, 우수 라인 분리(정련 화재 오염수 → 폐수처리장 유입)
- 금호타이어 부지내 우수배관 청소(금호타이어) : 6.18.~6.19.
- 우수집수정 유입 배수로 내 잔여 소화품 등 오염물질 제거작업(2개 구간, 170m)
- 장마기간 유해화학물질 유출대비 관리계획 제출(금호타이어) : 6.19.

□ 조치계획

- 강우 대비 금호타이어 인근 하천 수질 모니터링 강화 : 6.20.~
- (수질검사) 1개소 → 3개소(송신교, 장록교, 영산강황룡강 지점), 강우전·중·후 3회/지점
- (항목추가) 18개 항목 → 27개 항목
- 우수대비 비상근무팀 운영(시, 광산구, 금호타이어) : 6.20.~23.
- 시간단위 강수상태 확인 및 4개소 점검, 비상연락체계 구축(시, 광산구, 금타)
- 폐수처리장 유입 오염수 적정처리 여부 모니터링 : 6.20.~23.
- 강우시 폐수처리장 유입수 적정처리 여부 확인 및 필요시 수질분석(32개 항목)
- 사업장 내 우수로, 초기우수저류시설 정비 등 처리현황 수시 점검시, 광산구
- 화재구역/비구역 우수라인 분리처리 보장(6월말까지, 금호타이어)

□ 유해화학물질 유출 방지

- 유해화학물질 보관장소 주변 우수 폐수처리장 연결



□ 차수벽 설치 현장



III

금호타이어 화재사고 환경문제와 조치의 문제점

화재로 인한 환경문제 대책에서
지자체의 정치적 · 행정적 한계는 무엇이며
시민사회는 어떻게 대응해야 하는가?



광주환경운동연합 대응

[광주환경운동연합]

금호타이어 화재사고 대응을 위한 TF회의(1차)

- 일시 : 25. 5. 22(목) 오후4시
- 장소 : 친환경자원순환센터
- 참석 : 000

I 사건 개요

□ 화재사고경과

- 발생기간 : 25. 5. 17 ~ 5. 19(약 77시간 발생)
- 화재의 직접적인 원인 : 정련 공정과정에서 사용용 산업용 오븐 장치에서 발생(추정)
(*정련공정: 고무원재료와 다양한 화학 약품을 혼합하는 과정), 생고무약20톤 연소
- 관계기관 대응
 - 인근 4대단지 주민137가구 249명 대피 / 재난문자/회 발송
 - 전국에서 총15대의 고성능 화학차 동원(국가소방동원령), (4만5000리터급, 3만리터급)
 - 금호타이어 화재 사고 의료상담 창구 운영(3곳, 광산구청)
 - 임시거주시설 운영(광주여대) 및 의원지원
 - 마스크 지원 : 인근 10개 아파트 단지 및 송정역 인근 3만3000개
 - 사고 지역 도로, 보도의 분지 억제, 저감을 위한 살수차 운영
 - 특별재난지역 선포 및 특별교부세 지원 정부 건의, 고용위기지역 지정 추진(노동부)
(고용유지지원금 지급 우선 건의)
 - 소화수의 하천 유입을 차단하기 위한 조치, 수질오염 예방을 위한 모니터링(예정)
 - 소방대원 샘플링을 통해 유해물질 노출여부 건강검진(예정)
 - 피해접수(5.20 발표기준)
 - 주민인적 피해 929건, 물질 피해 670건 등 1831건
 - 금호타이어 화재 따른 대기오염도 공개
 - 주변지역 대기오염도 측정 24시간 모니터링
 - 19일, 낮은 기압 영향 미세먼지 기준치 이상 검출
 - 휘발성유기화합물 등 59종 측정 불검출, 미미

보고 금호타이어 화학물질 화재사고 광주환경운동연합 대응(06.24))

* 금호타이어 광주공장 현황

- 화재 접수 : 2025. 05. 17.(토) 07:11
- 위 치 : 광주광역시 광산구 어등대로 658
- 건물 규모 : 연면적 294,191.09㎡(88,992.4평)
- 허가/사용승인(2공장) : 1984. 11. 14. / 1985. 03. 03.
- 일 평균 생산량 : 약 33,000본(연 1,600만본)
- 근무인원 : 2,500여명(정규직, 비정규직, 화물, 기타)
- 협력업체 : 213개 업체, 5,400여명(부품, 전기, 기계, 소방, 건축, 물류 등)

□ 대응 보고

- 광주환경운동연합 금호타이어 화학물질 화재사고 대응팀 구성 및 회의 : 5월 22일(목)
- 광주환경운동연합 입장(성명서) 발표
 - 시민 건강, 환경 피해 철저히 조사하고, 대책 마련하라 : 5월 19일(월)
 - 민·관 합동대책위원회 구성하여 대응하라! : 5월 23일(금)
 - 2차 환경피해 예방 골든타임 놓치지 말아야 : 5월 27일(화)
- 금호타이어 광주공장 정상화를 위한 시민대책위 결성 참여 : 6월 5일(목)
- 금호타이어피해주민비상대책위원회 간담회 : 6월 9일(월)
- **광주광역시 민·관합동TF 참여**
 - * 격주 회의, 전체위원회 24명, 4개분과(경제, 고용, 환경보건, 주민지원) 위원 67명 구성
 - 환경·보건분과 1차회의 : 5월 28일(수)
 - 환경·보건분과 2차회의 : 6월 11일(수)
 - 환경·보건분과 현장점검회의 : 6월 16일(월) (*6월 14일(토) 하천유출사고 발생에 대한 점검)
 - 전체위원회 1차회의 : 5월 30일(금)
 - 전체위원회 2차회의 : 6월 20일(금)

- * 민·관합동TF 환경·보건분과 주요 요구 및 반영 사항
- 환경오염조사(대기, 수질, 토양, 악취) → 측정 지점, 방법, 항목 등 반영, 추가조사 진행
- 금호타이어 유해화학물질량 공개 → 화재 원인조사 종료 후 유해화학물질 소실량 파악
- 장마철 대비 오염물질 하천유입 차단 → 차수벽, 펌프 설치하여 우수집수조에서 폐수처리장 이송하여 자체처리 후 제2하수종말처리장 바로 배출, 점검 및 24시간 비상근무
- 화재현장 폐기물 적정처리 → 건설폐기물, 지정폐기물(연소재) 혼합되지 않도록 처리.
- 시민건강피해대응체계 마련 → 피해주민에 대한 보상 및 지원사항 주민지원분과에서 추가 논의. 이동약자에 대한 방문의료서비스, 내부 분진청소에 대한 보편처리, 3개월 이상 장기치료 대상자에 대한 장기대책 마련

[광주환경운동연합]

금호타이어 화재사고 대응을 위한 TF회의(3차)

- 일시 : 2025. 9. 9.(화) 낮 12시
- 장소 : 계절따라 식당
- 참석 :

I 활동 보고

□ 광주환경운동연합 TF활동 내역

- 금호타이어 화학물질 화재사고 대응팀 회의 : 5월 22일(목), 6월 24일(화)
- **광주환경운동연합 입장(성명서) 5차례 발표**
 - 시민 건강, 환경 피해 철저히 조사하고, 대책 마련하라 : 5월 19일(월)
 - 민·관 합동대책위원회 구성하여 대응하라! : 5월 23일(금)
 - 2차 환경피해 예방 골든타임 놓치지 말아야 : 5월 27일(화)
 - 반복되는 침묵과 책임회피, 주민 신뢰회복이 먼저다! : 7월 22일(화)
 - 피해보상이 아닌 손해보상, 주민피해규모를 밝혀라! : 7월 25일(금)
- 금호타이어피해주민비상대책위원회
 - 피해주민 간담회 : 6월 9일(월) 19시, 비대위원 미팅
 - 피해주민과 환경단체 간담회 : 7월 13일(일) 16시, 주민 150여명 참석
 - 금호타이어 앞 규탄집회 : 7월 26일(토) 9시, 주민 40여명 참석(지원)
 - 화재 피해주민 설문 : 9월 초까지 진행, 결과정리 후 공유 예정
 - 배상관련 소송 준비 중
- 광주광역시 민·관합동TF 참여
 - * 전체위원회 24명, 4개분과(경제, 고용, 환경보건, 주민지원) 위원 67명 구성
 - 환경·보건분과 TF회의 6회
 - : 5월 28일(수), 6월 11일(수), 7월 2일(수), 7월 14일(월), 8월 6일(수) / 6월 16일(월) 우천 후 현장점검



민관합동조사위원회 구성 요구 (5. 22)

광주광역시 21일 보도 자료를 통해 대기환경오염 오염물질 수치가 기준치 이하였다고 발표했다. 영산강유역환경청 또한 휘발성유기화합물(VOCs) 등 59종 유해물질이 불검출되었거나 극미량이라고 밝혔다.

하지만 5월 22일 기준 시민 누적 피해는 총 5,377건(3,202명)에 달하며, 건강 이상을 호소하는 인적 3048건, 분진 피해 등 물적 1826건, 기타 503건에 달한다. 시민들은 특히, 두통, 어지럼증, 호흡기질환 등의 증상을 호소하고 있다. **이러한 체감 피해와 기준치 이하라는 발표 간의 괴리를 납득하기 어렵다.**

무엇보다 중요한 것은, 이번 사고가 단지 금호타이어만의 문제가 아니라 **시민의 건강과 안전, 환경권과 노동권이 모두 걸린 중대한 사회적 재난**이라는 인식 아래, 광주광역시, 영산강유역환경청, 고용노동부, 광산구청, 시의회 등 관계기관이 함께 참여하는 **민·관 합동 대책위원회를 즉각 구성**하여 시민과 함께 책임 있는 대응체계를 구축하는 것이다.

[성명서]

금호타이어 화학물질 화재사고, 민·관 합동조사위원회 구성하라!

- 화재 원인 조사에 국한되지 말고, 연소된 화학물질의 종류와 양을 투명하게 밝혀야
- 시민 건강과 환경 안전을 위한 책임 있는 대응을 촉구한다
- 대기·수질·토양에 미칠 2차 환경피해에 대한 철저한 예방 필요해

지난 5월 17일 광주 금호타이어 공장에서 발생한 대형 화재는 77시간 동안 지속됐다. 이번 화재는 단순한 공장 화재가 아니라 생고무는 물론 합성고무, 황, 카본블랙 등 각종 화학물질이 포함된 타이어 제조 공정이 연소된 화학물질 화재 사고이다. 유해성이 시간이 지남에 따라 드러나고 있음에도 이에 대한 대응은 여전히 미흡하다.

광주광역시 21일 보도자료를 통해 대기환경오염 오염물질 수치가 기준치 이하였다고 발표했다. 영산강유역환경청 또한 휘발성유기화합물(VOCs) 등 59종 유해물질이 불검출되었거나 극미량이라고 밝혔다.

하지만 5월 22일 기준 시민 누적 피해는 총 5377건(3202명)에 달하며, 건강 이상을 호소하는 인적 3048건, 분진 피해 등 물적 1826건, 기타 503건에 달한다. 시민들은 특히, 두통, 어지럼증, 호흡기질환 등의 증상을 호소하고 있다. 이러한 체감 피해와 기준치 이하라는 발표 간의 괴리를 납득하기 어렵다. 대기오염 측정은 바람의 방향, 측정 방식에 따라 그 한계가 명확하며, 토양·수질 오염과 같은 장기적인 건강 영향에 대한 종합적인 모니터링이 필요하다.

환경부 유해화학물질 영업 사업장 현황에 따르면, 금호타이어는 N-(1,3-디메틸부틸-N'-페닐-p-페닐렌디아민), 벤조티아제-2-사이클로헥실술폰산, 산화아연 등 유해화학물질을 연간 4,900톤 취급하는 사업장이다. 화재 당시 어떤 화학물질이 얼마나 사용되고 있었는지, 화재 이후 소실된 화학물질의 종류와 양은 얼마나 되는지 금호타이어는 투명하게 공개해야 한다. 또한 영산강유역환경청 발표에서 휘발성유기화합물(VOCs) 기준을 근로자 노출 기준인 TWA 기준으로 발표하여, 일반 시민에 대한 피해 기준과 비교하기 어렵다.

시민들의 광범위한 건강 피해가 우려되는 상황임에도 광주시의 대응은 '대기오염도 기준치 이하'라는 발표만 반복하는 등 매우 소극적이다. 건강 피해를 줄이기 위해서는 직접 나서서 피해 범위와 피해 원인을 밝히고, 역학조사를 진행해야 한다. 진압의 최전선에서 활동한 소방대원들에 대한 건강검진도 시급히 시행되어야 한다.

화재 현장에서 발생한 분진과 오염물질이 토양과 하천을 통해 오염되고, 잔류물질로 남아 장기적인 피해를 만들 수 있다. 제보에 따르면 000원 등 화재 이후 유해 물질이 강으로 유입된 모습을 볼 수 있다. 또한 화재 부산물, 폐기물에 처리 과정에서 발생할 수 있는 대기·토양·수질의 2차 환경오염을 예방할 수 있도록 철저한 후속 조치가 필요하다.

과거 하남산단 남영전구 수은 누출사고와 세방산업 1군 발암물질 TCE배출 등 유해화학물질 관리소홀 사례를 겪으며, 광주시는 화학물질 안전관리 조례를 제정하고, 화학사고 매뉴얼을 구축하는 등 시스템을 정비했지만, 정작 사고 발생에는 적용되지 못하고 있다. 화학물질, 화학사고에 대한 관심이 증대되고, 행정의 화학사고 및 화학물질에 대한 관리, 감독 기능의 강화가 필요하다.

이번 화재로 인해 생계와 일터를 위협받고 있는 노동자들을 위한 생계 대책과 고용 유지 방안도 반드시 마련되어야 하며, 화재 현장 인근 지역의 경제 피해에 대해서도 실태를 조사하고 적절한 지원 대책을 수립해야 한다.

무엇보다 중요한 것은, 이번 사고가 단지 금호타이어만의 문제가 아니라 시민의 건강과 안전, 환경권과 노동권이 모두 걸린 중대한 사회적 재난이라는 인식 아래, 광주광역시, 영산강유역환경청, 고용노동부, 광산구청, 시의회 등 관계기관이 함께 참여하는 민·관 합동 대책위원회를 즉각 구성하여 시민과 함께 책임 있는 대응체계를 구축하는 것이다.

우리는 이 사건을 결코 일시적 사건으로 넘길 수 없다. 이번 사고를 계기로 시민의 건강과 안전, 환경 보호의 원칙이 어떻게 지켜져야 하는지를 보여줄 수 있도록, 관계기관의 책임 있는 행동을 강력히 촉구한다.

2025년 5월 22일
광주환경운동연합



민관합동회의





환경보건분과 민관합동회의

목 차

I. 회의개요 1

II. 기관별 주요 보고내용

- ① 광주광역시 3
- ② 광산구 5
- ③ 금호타이어 7
- ④ 회의안건 8

<붙임자료>

1. 미세먼지 중금속 분석결과
2. 미세먼지 휘발성유기화합물(VOCs) 분석결과
3. 미세먼지 다방향성유기화합물(PAHs) 분석결과
4. 토양오염도조사 분석결과(1~2차, 일부항목)
5. 화재관련 건강피해 접수 지역별 분포현황
6. 화재 피해 접수 현황 샘플

참고 환경·보건분야 민관합동 분과위원회 구성 명단

연번	구 분	소 속	직 위	성 명	비 고
1	시	광 주 광 역 시	기 후 환 경 국 장	정	
2			보건환경연구원장	정	
3			기후대기정책과장	나	
4			환 경 보 전 과 장	김	
5			물 관 리 정 책 과 장	김	
6			자 원 순 환 과 장	정	
7			건 강 위 생 과 장	배	
8	시 의 회	광 주 광 역 시 의 회	시 의	원 희	
9	유관기관	영산강유역환경청	화학안전관리단장	선	
10	자 치 구	광 산 구	기 후 환 경 과 장	강	
11	사 업 장	금 호 타 이 어	S H E 기 획 팀 장	이	
12	환경단체	광주환경운동연합	공 동 의 장	이	
13		광주환경운동연합	국	장 정	
14	전 문 가	조 선 대 학 교 환 경 공 학 과	교	수 이	

금호타이어 광주공장 화재 발생에 따른 환경·보건분야 민관합동 분과위원회 2차 회의자료

□ [5.28일 이후] 시 주요 추진사항

【대 기】

- 휘발성유기화합물(VOCs, 27종) 및 중금속(6종) 정량 조사 : 5.20.~5.27.
- (중금속) 6종, 구리(Cu), 납(Pb), 니켈(Ni), 철(Fe), 카드뮴(Cd), 크롬(Cr) / 분석결과 "붙임1"
- (VOCs) (기존) 영산강정 이동식 측정차량 → (추가) 보건환경연구원
- (재확장) 중금속 : 보건연 이동차량(한진), VOCs : 공장 정문앞 / 분석결과 "붙임2"
- 유기화합물 다방향향족탄화수소(PAHs) 16항목 조사 : 5.27.~6.3.
- (재확장) 공장 정문앞, 6. 9. 분석완료(보건환경연구원) / 분석결과 "붙임3"
- 다이옥신(대기) 시료채취(한국환경공단) : 5.29.~5.30.
- (채취지점) 4개지점(금호타이어, 평동대기측정장, 송광중학교, 선운초등학교)
- (분석결과) 1달 소요로 6월말 예정
- 카본 저장시설(실내보관) 원료 저장여부 확인 및 모니터링 : 5.28.~6.9.
- 비산먼지 발생 여부 모니터링을 위해 이동측정차량 위치 변경(6.7.)
※ 제거작업 진행중 현재까지 비산먼지 미발생

◆ 카본 저장시설(48기)

- 건물 밖(2기): 화재 영향 없어 제거 불필요
- 옥 상(36기): 36기 중 6기 카본 보관 중 / 6.9.까지 3기 제거작업 완료
- 건물3층(10기): 화재원인 조사 후 확인 가능

【수 질】

- 배수로 차단 후 농업8수 공급하여 구거 청소(오수관로 맨홀→하수처리장) : 5.28.~6.9.
- 사업장 내 우수 맨홀 청소(금호타이어 실시중) : 6.2.~

【토 양】

- 토양오염도 조사(시료채취) : 5.24./28.
- (1차 조사) 금호타이어 공장 부지 내 3지점 / 22개 항목(보건환경연구원)
- (2차 조사) 금호타이어 공장 부지 내 1지점, 주변 아파트 5지점(화재장소 반경 300m) / 17개 항목(다이옥신/한국환경공단), 22개 항목(보건환경연구원)
- (분석결과) 1차(17개 일부항목 분석 완료), 2차(10개 일부항목 분석완료) / "붙임4"



타이어 성분

일반적인 현대 승용차 타이어는 정교한 합성물로, 최대 25가지의 서로 다른 구성 요소와 최대 12가지의 서로 다른 고무 화합물을 포함할 수 있습니다. 완성된 타이어의 일반적인 구성은 무게에 따라 달라지지만 유형과 제조업체에 따라 크게 다음과 같이 분류할 수 있습니다. ▾

- **고무(천연 및 합성):** 한 자료에 따르면 이것은 주요 구성 요소로, 승용차 타이어 무게의 약 41%를 차지합니다. 또 다른 자료에 따르면 고무 화합물(기본 폴리머와 오일, 일부 필러 포함)이 타이어 총 중량의 80% 이상을 구성할 수 있다고 합니다. ▾
- **필러:** 카본블랙, 실리카, 분필과 같은 필러 재료는 타이어의 약 30%를 차지합니다. 카본 블랙은 타이어의 강도와 색상을 결정하는 데 특히 중요한 필러입니다. ▾
- **보강재:** 강철(벨트 및 비드 코어용)과 섬유(플라이용 폴리에스터, 레이온, 나일론)는 구조적 무결성을 제공하며 타이어 질량의 약 15%를 구성합니다. ▾
- **가소제(오일 및 수지):** 유연성과 가공성을 개선하기 위해 첨가되며, 타이어 무게의 약 6%를 차지합니다. 방향족, 나프텐, 파라핀 오일이 일반적으로 사용됩니다. ▾
- **가황용 화학물질:** 황과 산화아연과 같은 활성제는 고무 폴리머 사이에 가교 결합을 형성하는 경화 과정에 필수적입니다. 일반적으로 타이어의 약 6%를 차지합니다. 타이어에는 일반적으로 무게 기준으로 약 1%의 유황과 1%의 산화 아연이 함유되어 있습니다. ▾
- **노화방지제 및 기타 화학물질:** 산화방지제와 오존방지제는 타이어를 산소와 오존으로 인한 분해로부터 보호하며, 타이어의 약 2%를 차지합니다. ▾

탄화수소계 고무와 카본블랙의 함량이 높고, 황 함유 가황제와 다양한 유기 오일 및 첨가제가 결합되어 연소 시 필연적으로 복잡하고 위험한 연기가 생성됨을 시사합니다. 강철(주로 철)과 아연(산화아연에서 생성)과 같은 금속 성분은 미세먼지와 재의 원인이 됩니다.



타이어 연소 시 발생 가능 물질 (1)

미세먼지(PM) 미세먼지가 많이 포함된 두껍고 검은 연기를 발생

- 초미세먼지(PM2.5 - 공기역학적 직경을 가진 입자 $\leq 2.5\mu\text{m}$)
- 미세먼지 (PM10)
- 원소 탄소(EC, elemental carbon) 즉, 블랙 카본 또는 그을음
- 타이어의 불연성 무기성분은 재를 형성하는데, 이 재에는 일반적으로 탄소, 산화아연, 이산화티타늄 이산화 규소가 포함되어 있음
- 배출 계수: PM2.5 5.3g/kg, EC 2.37g/kg, 총부유입자(TSP, total suspended particle) 65~105g/kg
- 흡착된 독성 물질 : PAH와 기타 반휘발성 유기 화합물은 이러한 미세 입자 표면에 쉽게 흡착되어 폐 깊숙이 운반되고 흡입되기 쉬움

다환방향족탄화수소(PAH) / 반휘발성 유기화합물(SVOC)

- 두 개 이상의 벤젠 고리가 융합된 대규모 유기 화합물 그룹(나프탈렌, 벤조(a)피렌, 피렌, 크리센, 플루오렌, 안트라센, 페난트렌, 벤조(a)안트라센, 아세나프틸렌, 플루오란텐)으로, 다수는 강력한 발암 물질이자 돌연변이 유발 물질
- 복합 PAH: 타이어 화재 그을음과 오일에서 165가지 이상의 다양한 PAH와 기타 방향족 화합물이 확인
- 배출 계수: 화합물의 수가 너무 많아 총 PAH 배출량을 정량화하는 것은 어려움
노천 소각 시 19가지 PAH의 총배출량 56mg/kg, 실험실 연구 총PAH(기체 및 입자상) 3.4-5.3g/kg
연소 조건, 분석 방법 및 정량화에 포함된 PAH 범위의 변화를 반영



타이어 연소 시 발생 가능 물질 (2)

기체 오염 물질 : 타이어 연소로 인한 배출물의 상당 부분은 다양한 독성 및 질식성 가스로 구성

- **일산화탄소(CO)와 이산화탄소** : 불완전 연소 생성물인 일산화탄소(CO)는 다량으로 배출됩니다.
배출량 : CO의 배출계수 타이어 연소 시 약 71g/kg, CO₂ 2890g/kg.
- **황산화물(SO_x)** : 주로 이산화황(SO₂), 가황에 사용되는 유황에서 유래하며 일부 고무 제형에 존재
배출량 : 배출계수 7.1g/kg ~ 최대 28g/kg / 연소 속도가 높을수록 일산화황(SO)도 발견
- **질소산화물(NO_x)** ; NO/NO₂로 대기질소와 타이어 첨가제에 존재하는 질소로부터 고온 연소 중에 생성
배출량 : 배출계수는 약 6.0g/kg
- **휘발성유기화합물(VOC)**: 광범위한 범위의 VOC가 방출
배출량 : 은 12-50g/kg으로 추산
- **방향족 탄화수소** : 벤젠, 톨루엔, 크실렌(총칭하여 BTX), 스티렌이 대표적
 - 알데히드와 케톤 : 아크롤레인과 포름알데히드는 타이어 화재 배출물에서 확인된 심각한 자극성 VOC.
 - 기타 VOC : 미국 환경보호청(EPA)은 시험 연소 배출물에서 지방족, 올레핀 및 아세틸렌 치환 방향족 화합물, 고리형 및 사슬형 알케인, 알켄 및 디엔을 포함하여 50가지 이상
- **황화수소(H₂S) 및 이황화탄소(CS₂)** : 황을 함유한 티오펜, 이소시아노벤젠, 벤조디아진 등 질소와 유황을 함유하는 더 복잡한 유기화합물



타이어 연소 시 발생 가능 물질 (3)

공기 중 금속 : 타이어 화재로 인한 연기에는 주로 납, 철, 아연이 포함

- 잔류물 속의 금속: 고체 재와 액체 열분해 오일은 비소, 카드뮴, 크롬, 납을 포함한 광범위한 중금속으로 오염될 수 있으며, 고농도의 아연(산화아연에서 유래)도 포함될 수 있음

열분해 오일 및 잔류물

- 통제되지 않은 타이어 화재는 **열분해 생성물인 상당량의 기름성 액체를 생성**
- 열분해 오일은 방향족, 나프텐, 파라핀 오일의 복잡한 혼합물로, PAH가 풍부하고 비소, 카드뮴, 크롬, 납과 같은 중금속으로 오염
- 화재로 인해 타이어 100만 개가 소실될 때마다 약 55,000갤런의 유출유가 생성될 것으로 추정

고형 잔류물

- 남아 있는 고형 잔류물은 부분적으로 연소된 타이어 조각, 재(탄소, 산화 아연, 이산화 티타늄, 이산화 규소 등을 함유)
- 벨트와 비드에서 나온 강철, 그리고 잔류 벤젠, 스티렌, 톨루엔, 크실렌, PAH를 포함한 다수의 다른 화합물로 구성

완성된 타이어의 연소는 매우 복잡하고 다단계적인 오염 물질 혼합물을 방출

연기 기둥에 수많은 자극성, 질식성, 발암성 물질이 동시에 존재하기 때문에, 이러한 물질들이 결합되어 건강에 미치는 영향이 개별 성분의 영향을 합친 것보다 더 클 수 있는 잠재적인 가산 또는 상승작용적 독성 효과



타이어 원료 : 고무

천연고무(NR)

- 천연고무는 헤베아 브라질리엔시스(Hevea brasiliensis) 나무의 수액(latex)에서 추출한다.
- 수거된 수액은 응고, 세척 후 산업용으로 압축하여 베일 형태로 만든다.
- 화학적으로 NR은 주로 이소프렌 단량체의 중합체인 폴리이소프렌이며, 재생 가능한 자원이지만 산화되기 쉽다.
- 타이어에 필요한 강도, 탄성, 내구성을 확보하려면 가황(주로 황을 이용한 가교)이 필요하며, 이 과정에서 천연고무의 생분해성이 손실된다.

합성 고무

- 다양한 합성 고무가 타이어 제조에 사용되는데, 스티렌-부타디엔 고무(SBR)와 폴리부타디엔 고무(PBR)가 대표적이다.

스티렌-부타디엔 고무(SBR): SBR은 스티렌 및 부타디엔, 둘 다 석유 유래물로

- 카본블랙이나 실리카와 같은 충전재와 혼합되며 유황과 같은 경화제로 가황하는 과정이 필요하다.
- SBR은 일반적으로 가연성이 있으며, SBR 화재는 매우 뜨겁고 진화하기 어려운 것으로 알려져 있다.
- 스티렌 성분은 방향족 벤젠 고리를 가지고 있으며, 연소 중에 다환방향족탄화수소(PAH) 형성의 주요 전구체다.

폴리부타디엔 고무(PBR): PBR은 부타디엔 단량체의 중합으로 합성되며,

- PBR은 헥산, 톨루엔, 벤젠 등 여러 유기 용매에 용해되지만 물에는 용해되지 않는다.
- PBR은 가연성이며, 발화점은 332° C로 보고되어 있으며, PBR은 쉽게 발화하지는 않지만 연소될 수 있으며,
- 연소 시 이산화탄소, 일산화탄소(특히 산소 결핍 조건에서) 및 미연소 탄화수소를 생성한다.
- 과열이나 열분해(산소가 없는 상태에서의 열분해)는 단량체, 저분자량 중합체 및 이들의 산화 생성물을 생성할 수 있다.



연소물질 확산 범위는? 급성 vs 만성 건강영향?





< 영산강유역환경청 휘발성유기화합물(VOCs) 측정 결과 >
- 측정기간 : '25.5.17. 10:00 ~ 5.20. 24:00까지(실시간 측정)

일자	측정시간	이황화탄소	에틸렌옥사이드 (산화 에틸렌)	벤젠	황화수소	기상**	
						주풍향	풍속(m/s)
시간가중평균 (TWA)* 참고치 (단위: ppm)		1	1	0.5	10	-	-
	12:00	0.002	0.012	0.041	0.000		
	13:00	0.003	0.010	0.032	0.000		
	14:00	0.001	0.002	0.008	0.000		
	15:00	0.001	0.001	0.005	0.000		
	16:00	0.000	0.000	0.003	0.000		
	17:00	0.000	0.000	0.004	0.000		
	18:00	0.000	0.000	0.001	0.000		
	19:00	0.000	0.000	0.003	0.000		
	20:00	0.000	0.000	0.001	0.000		
	21:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	22:00	0.000	0.000	0.002	0.000		
	23:00	0.000	0.000	0.001	0.000		
	24:00	0.000	0.000	0.001	0.000		
5.20.(화)	01:00	0.000	0.000	0.000	0.000	서	1.3~4.2
	02:00	0.000	0.000	0.001	0.000		
	03:00	0.000	0.000	0.003	0.000		
	04:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	05:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	06:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	07:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	08:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	09:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	10:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	11:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	12:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	13:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	14:00	0.000	0.000	0.004	0.000		
	15:00	0.000	0.000	0.001	0.000		
	16:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	17:00	0.002	0.001	0.007	0.000		
	18:00	0.000	0.000	0.001	0.000		
	19:00	0.000	0.000	0.001	0.000		
	20:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	21:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	22:00	0.001	0.000	0.001	0.000		
	23:00	0.000	0.000	0.000	0.000		
	24:00	0.000	0.000	0.000	0.000		

※ 이동측정차량은 간이측정방식이고 평상시 산단 주변 대기오염물질 감시용으로 운영
중, 이번 화재에 주민 거주지 주변 대기 모니터링용으로 긴급 투입 운영
* 근로자가 8시간동안 특정물질에 노출되었을 때 거의 모든 근로자에게 건강에 나쁜 영향을 미
치지 아니할 것으로 예상되는 평균농도(고용부고시 '화학물질 및 물리적 인자의 노출
기준' 참조)
** 기상자료는 참고용으로, 화재발생지역과 대략 4.3km 거리 위치한 기상청 측정지점 자료임



오염물질 측정 자료

참고 1 대기 측정차량 측정 자료 및 폐수 검사 결과

- 측정항목 : 휘발성유기화합물(VOCs) 등 59종
- 측정장소 : 금호타이어(주) 광주공장 주변(주간) 및 인근 한전(야간)

구분	측 정 항 목			
	이황화탄소	에틸렌옥사이드	벤젠	황화수소
시간가중평균 참고치 (TWA 8시간) / (단 위: ppm)	1	1	0.5	10
급성노출가이드라인 레벨 참고치 (AEGLs 8시간) / (단 위: ppm)	6.7 ~ 150	NR ~ 35	9 ~ 990	0.33 ~ 31
5.17.	0.000~0.011 (1.1%)	0.000~0.004 (0.4%)	0.000~0.021 (4.2%)	0.000~0.001 (0.1%)
5.18.	0.000~0.000	0.000~0.024 (2.4%)	0.000~0.001 (0.2%)	0.000~0.000
5.19.	0.000~0.003 (0.3%)	0.000~0.012 (1.2%)	0.000~0.041 (8.2%)	0.000~0.000
5.20.	0.000~0.002 (0.2%)	0.000~0.001 (0.1%)	0.000~0.007 (1.4%)	0.000~0.000
5.21.	0.000~0.000	0.000~0.000	0.000~0.000	0.000~0.000
5.22.	0.000~0.000	0.000~0.003 (0.3%)	0.000~0.000	0.000~0.000
5.23.	0.000~0.000	0.000~0.000	0.000~0.000	0.000~0.000
5.24.	0.000~0.000	0.000~0.000	0.000~0.000	0.000~0.000
5.25.	0.000~0.000	0.000~0.000	0.000~0.000	0.000~0.000
5.26.	0.000~0.000	0.000~0.000	0.000~0.000	0.000~0.000

* TWA(Time-weighted Average): 근로자가 8시간 동안 특정물질에 노출되었을 때 거의 모든 근로자에게 건강에 나쁜 영향을 미치지 아니할 것으로 예상되는 평균 농도를 의미

* AEGLs(Acute Exposure Guideline Levels): 일반 대중을 위한 임계 노출 한계를 나타내는 10분에서 8시간까지 비상 피폭기간에 적용할 수 있으며, 권장 노출 수준은 유아와 어린이, 감염될 수 있는 다른 사람을 포함하여 일반인구에 적용

※ NR(Not recommended due to insufficient data): 데이터 부족으로 추천하지 않음

TWA AEGLs





오염물질의 건강영향

만성 건강 영향 및 발암성

타이어 화재 연기에는 오염 물질,

특히 PAH, 특정 VOC(벤젠, 스티렌 등), 중금속(비소, 카드뮴, 6가 크롬, 납 등)이 복잡하게 섞여 있어 장기적으로 건강에 영향을 미칠 수 있는 심각한 위험을 초래

발암성 :

- 폐암 (PAHs, 비소, 카드뮴, 크롬 VI, PM2.5)
- 피부암 (PAHs, 비소)
- 방광암 (PAHs, 비소).
- 백혈병(주로 벤젠으로 인한 AML)
- 식도암(카본블랙 노출)

심혈관 질환: 미세먼지와 CO, 장기간 노출 시 심장마비, 뇌졸중, 관상동맥 심장병, 심부전

호흡기 질환: 만성기관지염, 폐기능 저하, 천식, 만성폐쇄성폐질환(COPD)의 발병이나 악화

신경학적 영향 : 납, 일산화탄소, 스티렌 및 일부 PAH, 인지장애, 기억력, 잠재적으로 신경 퇴행성질환 발생

생식 및 발달 영향 : 납, 특정 PAH, 프탈레이트, 생식건강(예: 생식력, 정자의 품질)과

태아/아동 발달(예: 저체중아 출산, 발달 지연, 선천적 결함)에 부정적인 영향



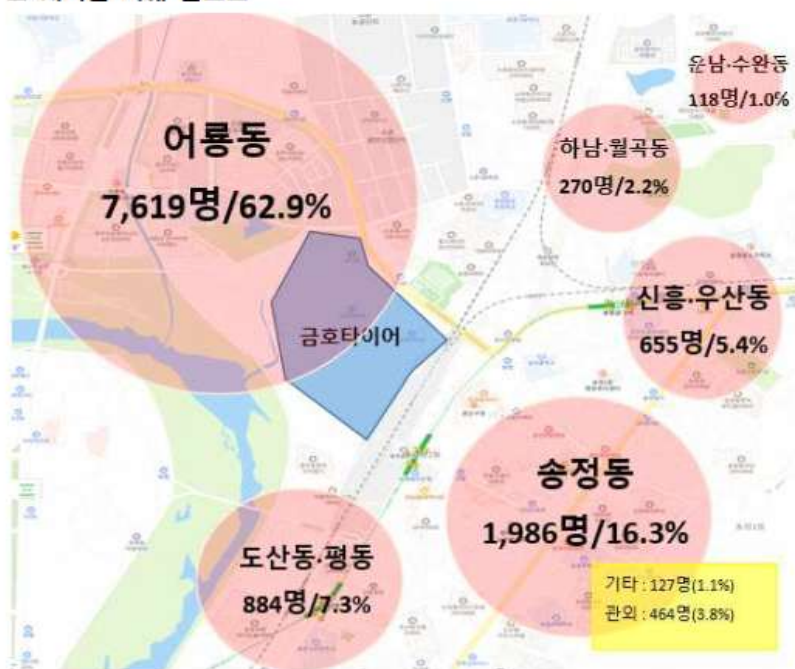
보고된 피해 자료

2025. 6. 10. 기준

□ 지역별 피해 현황: 총 12,123건 [광산: 11,659 / 관외 : 464]

지역	어룡	송정	도산·평동	신흥·우산	하남·월곡	운남·수완	기타	관외
피해(건)	7,619	1,986	884	655	270	118	127	464
(%)	(62.9%)	(16.3%)	(7.3%)	(5.4%)	(2.2%)	(1.0%)	(1.1%)	(3.8%)

□ 지역별 피해 분포도



연번	인적 사항			피해 현황		
	이름	주소	행정동	인적피해	물적피해	기타피해
1	전OO	광산	어룡	두통,가래,기침,오바이트,설사	유리창, 렌트카 본진피해	-
2	양OO	광산	어룡	출렁거림,머리아픔,목답답(병원방문)	차량 그늘림, 본진피해	-
3	이OO	광산	어룡	가래,눈침침함,코가 가려움	-	-
4	이OO	광산	월산동	두통,기침,가래,구토,출렁거림	-	-
5	임OO	광산	우산	두통,출렁거림	-	-
6	오OO	광산	하남	목아픔,인후염,눈이아프고 결막염,머리아픔	차량본진2대, 소파 오염아픔	-
7	노OO	광산	하남	목아픔,인후염,눈이아프고 결막염,머리아픔	-	-
8	노OO	광산	하남	목아픔,인후염,눈이아프고 결막염,머리아픔	-	-
9	노OO	광산	하남	목아픔,인후염,눈이아프고 결막염,머리아픔	-	-
10	김OO	광산	어룡	급성아토피성 결막염,안검결막염,마른눈증후군	-	-
11	서OO	광산	도산	기침,메스꺼움,두통	차량본진,오염	자동차 운행 어려움
12	김OO	광산	도산	기침,메스꺼움,두통	-	-
13	김OO	광산	도산	기침,메스꺼움,두통	-	-
14	김OO	광산	도산	기침,메스꺼움,두통	-	-
15	조OO	광산	도산	기침,메스꺼움,두통	-	-
16	조OO	광산	우산	목아픔,기침	집안 냄새	-
17	김OO	광산	송정2	기관지염,기침	-	-
18	김OO	광산	송정2	기관지염,기침	-	-
19	정OO	광산	어룡	3살아기 폐렴	-	-
20	오OO	광산	우산	가래, 목아픔	-	-



7.21 금호타이어에 민관 전체위원회 요구 사항

1. 지역주민 대상 건강영향평가, 장기환자 대응계획 수립

- 주변 지역주민들의 건강 문제는 무엇이며, 어떤 상황인지 광산구 중심으로 운영되는 '주민지원분과'에서 논의되고 있다는 이유로 환경보건 분과나 전체 TF에는 구체적인 내용이 전혀 보고되지 않고 있음
- 그러나 주민 피해 문제가 계속되고 있음. 보건 분야의 제안을 하고 싶어도, 구체적인 주민 인적 피해 접수 현황과 분석 자료가 공개되지 않고 있음
행정에서도 거리별, 증상별 분석이 있어야만 앞으로 그에 대한 대응 계획을 수립할 수 있고, 관리 관찰도 할 수 있음
- 개인정보를 제외하고라도, 금호타이어는 아래 내용에 대해 행정에 제공하고, 행정에서는 이에 대한 자료 분석 관리를 해서 시민들에게 필요한 대응 방안을 마련하길 바람.
 - 1) 건강 문제를 호소한 주민들의 지역별(아파트 등 금호타이어로 부터 이격 거리별), 성/연령별 의료이용 실태 (입원/외래 이용 및 진단명)
 - 2) 위 주민들에 대한 구체적인 피해 배상 계획
 - 3) 폐건물 및 시설 철거 과정 중 발생 가능한 건강 피해 예방 대책 등.

+ 덧붙여서 가장 중요한 주민지원분과가 잘 운영되지 않고 있음.
구성에 대해서도 보건관련 민간전문가가 포함될 필요성 보임.

2. 해체 작업시 사전 주민설명회

3. 금호타이어 공장 가동 의심

- 금호타이어, 자료 제출 법적 근거 없다고 버티기로 일관
 - 광주광역시와 광산구의 간의 권한과 책임을 둘러싸고 이견
 - 행정기관의 속수무책
 - 결과적으로 금호타이어가 민관합동위원회를 대시민 여론 악화 무마용 방패막이로 적극 활용한 꼴이 되었음
 - 시의 '민관합동위원회' 운영 전략 부재
- ※ 고용문제에 주요 관심

주민대책위원회



2025. 7. 13. 오후 8:31 >

같이 보상 심사 결과를 안내드립니다.

1. 청구인 성함 : **김효타이머**

2. 심사 결과 : 총 56,800 원 (치료비 및 치료관계비 등)

※ 심사 결과는 제출하신 자료를 기반으로 산정되었으며, 일부항목(제증명료, 일부 비급여 항목 등)은 인정되지 않을 수 있습니다.

위 심사결과에 동의시 아래 주소에 접속하시어 합의서를 작성하여 주시기 바랍니다.

▶ 주소 : <https://app.modesign.co.kr/link/43302ae0-5d37-11f0-8ef0-1188035a1cfe/authentication?shareType=URL>

▶ 합의서 제출이 7월 21일까지 완료된 경우 보상금은 7월말까지 순차적으로 지급될 예정이며, 7월 21일 이후 제출 시 8월 중 지급될 예정입니다.

감사합니다.

▶ 고객센터 : 1588-9582

IV

대형 화재사고 대책

대형 화재에 자동적으로
대응하기 위한 법적 근거를
마련해야 하지 않을까?



대형 화재 지표 : 규모

규모	주로 쓰는 판단 기준	예시
국소(Local)	인근 수 km 내에서 측정망 1~2개의 PM/가스가 단기간(시간~1-2일) 크게 상승	한국타이어 화재 인근 문평동 측정소 PM·가스 급상승, 주변 주민 호흡기 증상·피부증상·두통 증가
지역(Regional)	수십~수백 km 범위에서 PM2.5, O ₃ 등이 여러 측정망에서 기준을 초과하거나 백그라운드 대비 10-20 µg/m³ 이상 증가	서부 미국 산불이 인접 주의 PM2.5·O ₃ 기준 초과일의 상당 부분을 차지한 연구들
국가/대륙(National/Continental)	단일 시즌/사건이 국가 연간 배출량의 몇 % 이상 , 또는 국가 평균/대륙 평균 PM2.5를 0.1-0.2 µg/m³ 이상 올리는 수준	2023 캐나다 산불이 전 세계 연평균 PM2.5를 약 0.17 µg/m ³ 올린 Nature 논문 등



대형 화재 지표 : 연소량

수준	연료량/연소량	예시·해석
작은 산업 화재	수 톤 수준 (소형 탱크 몇 기, 창고 일부, 트럭 몇 대)	인근 공기질에 일시적 영향, 도시/ 광역 스케일에선 잘 안 보이는 경 우가 많음
중간 규모	수십~수백 톤 (소규모 탱크 농도, 중형 창고/ logistics 센터)	바람·대기 안정도에 따라 인근 주 거지역에서 PM·냄새·자극성 가스 농도 상승이 분명히 관측될 수 있 음
대형 (지역 수준에 영향)	수천 톤 이상 (대형 유류저장시설, 탱크, 여러 타이어 수십만 개, 화학제품 대규모 저장)	Buncefield(유류탱크 화재), 한국 타이어 화재처럼 수일간 연소 + 큰 열방출로 , 도시/광역 대기질에 기여 가능
초대형/광역·국가 수준	수만~수십만 톤 수준 (대형 산불, 대규모 석탄 저장·유류기지 전면 화재, 여러 날~주 단위 연소)	캐나다·호주·미국 대형 산불에서 보듯, 국가 평균 PM2.5에 통계적 으로 유의한 기여 가능



대형 화재 지표 : 배출량

영향 스케일	PM2.5 총배출량(대략)	의미
국소 영향	수 톤 (1-10 ton)	인근 측정소에서 시간평균·일평균 PM2.5가 일시적으로 30-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 상승 가능. 다만 도시·광역 평균에는 거의 안 잡힐 수 있음.
지역(도/광역) 영향	수십~수백 톤 (10-500 ton)	여러 측정망에서 WHO/국가 기준을 초과하는 일수가 늘어났다고 확인 가능. 서부 미국 산불, 한국타이어 같은 사례가 이 범주에 가까움.
국가/대륙 수준 영향	수천 톤 이상 ($\geq 1,000$ ton)	대규모 산불 시즌 등. 예: 2023 캐나다 산불처럼 전 세계 연평균 PM2.5를 0.1~0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준으로 올리는 경우가 여기에 해당.

- PM2.5 수십 톤: “큰 도시 하나의 몇 일분 겨울철 난방+교통 배출이 한 번에 나온 셈”
- PM2.5 수천 톤: “국가 전체가 몇 주 동안 배출할 양이 화재 하나(혹은 한 시즌)에 농축된 수준”



대형 화재 기준 지표 예시

- 대기환경에 의미 있는 영향을 미치는 대형 화재
 - 연료량 수백~수천 톤 이상이 수 시간~수일 이상 연소하여,
 - 인근 측정망에서 PM2.5 일평균을 평상시 대비 $30 - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상, 또는 법정 기준을 초과시키고,
 - 경우에 따라 해당 권역 연간 PM2.5 배출량의 1 - 5% 이상의 배출을 단일 사건이 유발하는 화재인 경우
- 산불과 같은 광역 스케일에서는
 - “특정 시즌의 산불 배출이 국가 평균 PM2.5에 $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 기여하거나,
 - PM2.5 기준 초과일의 상당수를 설명할 수 있을 때



현행 법률적 한계

분야	법령	현재 발동 조건의 한계
대기질 영향·측정	대기환경보전법	유해대기오염물질 배출 규제는 있으나, 대형 화재 시 자동 조사 발동 기준 부재
화학사고· 물질 유출	화학물질관리법	화학사고는 대응 절차가 있으나, 연소·화재 배출물에 대한 대기영향평가 체계는 불완전
산업재해· 화학물질 노출	산업안전보건법	노동자 중심, 대기오염의 지역사회 노출에 대한 조사·감시 규정 부재
감염병· 환경역학 조사	감염병예방법, 질병관리청 역학지침	환경오염 역학조사 가능은 하나, 발동 조건이 모호
국가 재난	재난안전법	산불·대형화재 포함 가능하나, 대기질 영향 기준이 아님

→ “대기오염 중심의 대형 화재 대응 기준”이 필요
중앙정부 또는 지자체가 자동으로 대응지침을 발동하도록 규정



예 : 대응지침 자동 발동

1단계 : 즉시 발동 (2시간 이내 통보)

구분	자동 발동 기준(정량·정성)
연료량· 저장물 규모	• 위험물/화학물질 100톤 이상 연소 가능 상태 • 타이어·고무·플라스틱 환산 200톤 이상
대기측정소 기준 초과	사고 지점 반경 10 km 내 측정소 2곳 이상에서 • PM2.5 일평균 $\geq 35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과 또는 • PM2.5 시간 평균 $\geq 75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과 또는 • VOC(BTX)·PAH 등 평시 대비 ≥ 3배 상승
유해물질 포함 화재	암·생식독성·발암1급(IARC/CLP/GHS) 물질 포함 저장설비 화재 예: BTX, 포름알데히드, 디이소시아네이트, 염화비닐, 불소수지 등
급성 노출 의 심 증상 신고	반경 5 km 내 주민 또는 노동자에게서 안구·호흡기 자극·오심·두통 등 20건 이상 신고



예 : 대응지침 자동 발동

2단계 : 확대 발동 (24시간 이내 통보)

구분	자동 발동 기준
지역/광역 대기영향	PM2.5·PM10·형광탄화수소 등 오염물질이 • 반경 30 km 이상 확산 또는 • 3개 시·군·구 이상에 대기주의보 발령
배출량 추정 기준	초기 모델링/질량수지상 PM2.5 환산 10톤 이상 또는 VOC · NO _x · SO ₂ 상당량 배출 확률
노출 인구 규모	잠재 노출 인구 10만 명 이상



대응지침 자동 발동에 따라서 (예)

“국가 또는 지역 대기환경에 중대한 영향을 미칠 우려가 있는 대형 화재가 발생한 경우, 환경부 장관은 지체 없이 특별 대기오염영향조사를 실시하여야 하며, 질병관리청장은 즉시 환경역학조사를 개시하여야 한다.

- 공기 질 조사 : 지자체 환경연구원, 환경부(환경청) 또는 국가대기위성센터, 국립환경과학원
- 유해물질 분석 : 환경연구원, 국가독성연구원 · 화학안전원 등
- 환경·지역사회 역학조사 : 질병관리청 또는 환경부나 지자체
- 노출 노동자 건강영향 조사 : 고용노동부



법률적 보완 예

법령	신규/개정 방향
대기환경보전법	"특별 대기오염영향 조사 발동 기준 및 절차" 신설 (대통령령 또는 고시)
화학물질관리법(화관법)	화학사고에 연소 유해대기오염물질을 명시적 포함
산업안전보건법	사고 관련 노동자 집단 노출·건강영향 조사 조항 강화
감염병예방법/ 환경역학조사 규정	화재·대기오염 역학조사 조건 명문화
재난안전법	산불·대형 산업화재 중 대기오염 중점 재난 유형 명시

2025년 금호타이어 광주공장 화재

단기 대기오염이 주민건강에 미친 영향

조사연구 방향 및 목적 설명회

조선대학교병원 직업환경의학과 | 2026.04.07.

목 차

01 화재 개요 및 피해 현황

02 왜 역학조사가 필요한가?

03 국내외 대형 화재 대응 사례

04 본 연구의 조사 설계

05 주민 여러분께 드리는 기대 효과

06 정책 개선 방향 및 제도적 시사점

01 화재 개요

발생일시

2025년 5월 17일(토) 07:11

지 속 시 간

약 31시간 이상

장 소

광산구 소촌동 금호타이어 2공장

피해신고

총 9,328명 / 피해건수 14,550건

타이어 화재 주요 배출물질

입자상물질

PM10 · PM2.5 (초미세먼지)

가 스 류

SO₂ · NO_x · CO (이산화황 등)

유기화합물

벤젠 · 스티렌 · PAHs

중 금 속

아연 · 납 · 카드뮴 · 크롬

다이옥신

맹독성 염소계 화합물

※ 타이어 연기는 목재 화재보다
돌연변이원성 16배 이상 (영국 HSE 연구)

01 주민 피해 현황 (주민대책위 자체 설문 결과)

9,328명

피해 신청 인원

84%

건강 이상 호소

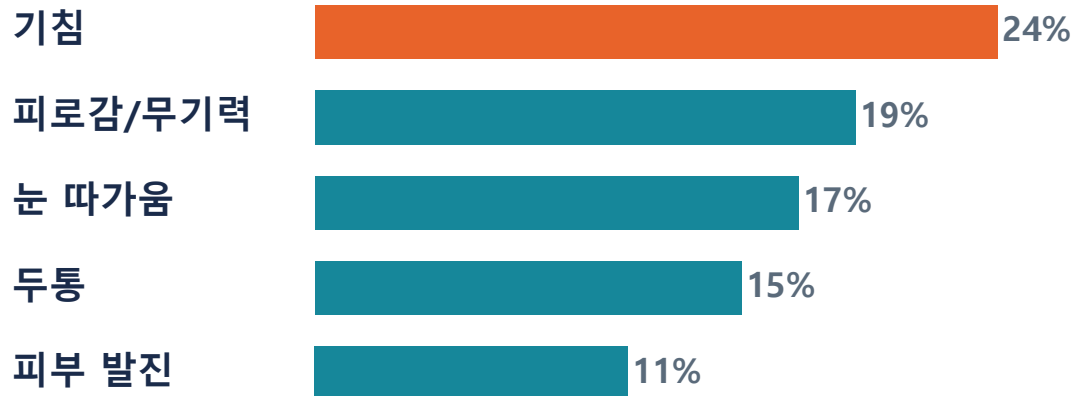
96%

정신적 불안·스트레스

91%

장기 추적조사 필요

주요 신체 증상 (복수 응답)



주민 주요 요구사항

- 건강 피해 장기 추적조사 실시
- 이동약자 방문 검진 지원
- 금호타이어의 공식 보상 및 설명
- 공장 해체 시 주민 감시 참여
- 재발 방지 안전대책 수립

02 왜 역학조사가 반드시 필요한가?

01

건강보험 자료의 한계

- 건강보험 청구자료는 병원을 방문해 진단받은 경우만 기록됩니다.
- 두통·어지러움·가벼운 호흡기 증상·정신적 불안처럼
- 자가 치료로 그친 '빙산 아래' 피해는 포착되지 않습니다.

02

데이터 확보 시간 문제

- 공공 보건의로 데이터는 청구 → 심사 → 확정 → DB 구축까지
- 최소 1년 이상 소요됩니다. 본 연구 기간(6개월) 내에
- 2025년 5월 화재 이후 확정 자료를 확보하는 것은 불가능합니다.
- 그러나 주민 여러분의 동의를 받아 보조적으로 추진하려고 합니다.

03

환경 정의와 알 권리

- 금호타이어는 주민 피해 정보 공개를 거부하였습니다.
- 과학적·객관적 조사로 주민의 알 권리를 보장하고,
- 향후 피해 구제·갈등 조정의 근거를 마련해야 합니다.

→ 따라서 이번 연구는 주민 직접 설문조사(Active Surveillance) + 대기질 모델링 병행 방식을 채택합니다

03 국내외 대형 화재·사고 주민 건강 대응 사례

전 세계는 어떻게 대응했을까?

US 미국

9·11 세계무역센터 붕괴
(2001)

71,437명 건강등록,
20년 추적조사 시행

GB 영국

번스필드 석유 화재
(2005)

대기 확산모델(NAME)
즉시 가동 + 지역사회 조사

AU 호주

광역 산불 연기
(빅토리아주)

PM2.5 기반 공중보건
경보·행동 표준 운영

KR 한국

한국타이어 대전공장 화재
(2023)

???
건강보험 빅데이터 분석

공통점: 사건 후 신속한 '주민 건강등록 및 추적' + '대기 오염 노출 평가'가 핵심

03 해외 사례 ① | 미국 9·11 세계무역센터 붕괴 (2001)

대응 타임라인

- 9/11 당일**
국가재난의료시스템(NDMS) 즉시 가동
- 2001-2002**
응급의료팀 24시간 상주 (2개월)
- 2003-2004**
WTC 건강등록부(WTCHR) 구축
71,437명 등록
- 2011**
WTC 건강 프로그램 연방법 제정
- 현재(20년+)**
지속 추적·모니터링 진행 중

핵심 연구 결과

- 01 호흡기 증상**
67%의 성인 등록자에서 새로운 또는 악화된 호흡기 증상
- 02 신규 천식**
67명 중 3%, 어린이는 먼지구름 노출 시 신규 천식 발생
- 03 정신건강(PTSD)**
등록자의 16%가 외상 후 스트레스 장애(PTSD) 양성
- 04 상기도 증상**
인근 거주자, 대조군 대비 호흡기 증상 2.22배 높음
- 05 20년 후도 지속**
호흡기·암·정신건강 피해가 20년이 지난 현재도 추적됨

→ 필요하다면, 금호타이어 화재도 장기 추적의 근거를 지금 만들어야 합니다.

03 해외 사례 ② | 영국 번스필드 화재 & 호주 연기 대응 표준

GB 번스필드 석유 화재 (영국, 2005)

사건 규모

유럽 최대 평시 화재. 40여 명 부상, 건물 광범위 손상

즉각 대응

NHS 응급실 2곳 대기, 학교 227곳 폐쇄(10마일 이내)

대기 모델링

기상청 NAME 모델로 연기 이동 예측 → 주민 대피 결정

건강 조사

지역 주민 설문: 15%가 화재로 인한 건강 이상 호소

법적 결과

High Court 기업 책임 인정, 약 1,000만 파운드 벌금 부과

AU 호주 빅토리아 주 연기 대응 표준 (EPA)

지표 선정

PM2.5를 공중보건 지표로 채택, 5단계 대기질 등급 운영

실시간 경보

대기질 카테고리별 주민 행동 요령 자동 발령

취약계층

당뇨·심혈관·호흡기 질환자 별도 지침 제공

건물 대응

HVAC 조정, 실내 청정 공간 지정 운영

데이터 공개

모든 측정 결과 실시간 공개, 투명성 확보

03 국내 사례 | 한국타이어 화재(대전) & 구미 불산 사고

한국타이어 대전공장 화재 (2023)

연구 방법

일반화 합성통제법(Generalized Synthetic Control) 적용

데이터원

국민건강보험공단(NHIS) 빅데이터 청구자료 활용

주요 결과

화재지역 PM10·SO₂ 농도 대조군 대비 유의하게 상승

건강 피해

인근 주민 호흡기·피부질환 발생률 유의하게 증가

본 연구 차이점

보험 자료 확보 불가 → 직접 설문조사 방식 채택

구미 불산 누출 사고 (2012) — 제도 전환점

사건 개요

불산 누출로 인근 주민 피해, 농작물·가축 피해 광범위

역학조사

환경부 주관 역학조사 실시, 노출 구역별 건강 비교

제도 개선

이후 '화학사고 사후영향조사' 제도 법제화

현재 한계

주로 누출 사고에 초점. 연소형 화재 평가 기술 미흡

정책 시사점

화재형 사고에 특화된 건강조사 프로토콜 필요

04 본 연구의 조사 설계 — 전체 개요

①

대기질 노출 평가

- AirKorea 측정망 시계열 분석
- 풍향·풍속 기상 데이터 결합
- PM10·PM2.5·SO₂ 등 6종
- 화재 기여도 정성·정량 평가

②

확산 모델링 (CALPUFF)

- AERSCREEN 스크리닝 모델
- HYSPLIT 기류 분석 보완
- 고농도/중/저농도 구역 지도화
- 설문 노출 그룹 분류 기준 제공

③

주민 설문조사

노출군 500~1,000명

대조군 300~500명

호흡기·피부·눈·정신건강
평가

온·오프라인 하이브리드
방식

④

통합 분석 정책 제언

- GIS 공간·역학 통합 분석
- 로지스틱 회귀 → OR 산출
- 노출-반응 관계 규명
- 지자체 매뉴얼 개선 제언

04 ① 대기오염 노출 평가 방법

분석 기간 구분



분석 방법

- 시간별 농도 변화 시계열 그래프 작성
- 대기환경기준 초과 여부 판단 (PM10, PM2.5, SO₂, NO₂, CO, O₃)
- 바람장미(Wind Rose) 분석 → 오염물질 주 이동 경로 파악
- 배경 농도 대비 증가분 산출 (화재 기여 정량화)
- 인근 대조 측정소(건국동·두암동·서석동)와 비교 분석

노출 구역 분류 | ① 0-700m 고노출 | ② 700m-2km 중노출 | ③ 2-6km 저노출

04 ② 주민 건강 영향 설문조사 설계

표본 설계

노출군 (조사군)

대상 인원: 500~1,000명

지역: 소촌동·송정동·도산동·선암동

대조군 (비노출군)

대상 인원: 300~500명

지역: 북구 일곡동·동구 계림동

총 1,000명 이상 유효 표본 목표 | IRB 승인 후 진행

조사 방법 (하이브리드)

온라인: 아파트 앱·엘리베이터 QR코드

오프라인: 경로당·주민센터 1:1 면접 (고령자 배려)

설문 주요 항목

일반 특성

성별, 연령, 거주기간, 직업, 흡연, 소득

노출 평가

화재 인지, 당시 위치(실내/외), 창문 개방, 마스크 착용

기저질환

고혈압, 당뇨, 천식, COPD, 알레르기 등

호흡기 증상

기침, 가래, 호흡곤란 (ATS-DLD-78 활용)

안구·피부·신경

눈 따가움, 피부 발진, 두통, 어지러움

정신 건강

IES-R-K (사건충격척도) 또는 PHQ-9 단축형

의료 이용

병원·약국·응급실 방문 여부

05 주민 여러분께 드리는 기대 효과

이 조사 결과는 여러분의 권리를 지키는 과학적 근거가 됩니다.



건강 피해 입증

화재 노출과 증상 간 인과관계를
과학적으로 규명합니다



피해 보상 근거

역학조사 결과는 환경분쟁조정 및
법적 피해보상 신청의 핵심 근거



장기 추적 기반

설문 응답자 코호트 구축 →
1~2년 후 추적 연구 가능



알 권리 보장

투명한 결과 공개로 주민 불안 해소,
지역사회 갈등 완화



취약계층 보호

어린이·노인·임산부·기저질환자
별도 분석 및 지원 근거



재산권 보호

지역 자산 가치 하락에 대한
환경 정의 실현의 첫걸음

06 정책·제도 개선 방향 — 미래 재난 대응을 위하여

현행 제도의 공백

- × 화재형 사고 자동 발동 역학조사 체계 부재
- × 연소 생성물(연기)에 대한 광범위 확산 피해 평가 기술 미흡
- × 조사 권한의 법적 근거 미비
→ 기업의 정보 공개 거부 가능
- × 건강보험 자료 외 빙산 하부 피해 파악 체계 없음

본 연구가 제안하는 개선 방향

- ✓ 대형 화재 환경보건 조사 '자동 발동' 법제화
- ✓ 연소형 화재 특화 건강조사 프로토콜 표준화
- ✓ CALPUFF 등 확산 모델 지자체 상시 운영 체계 구축
- ✓ 민감계층(어린이·노인·임산부) 우선 보호 지침 마련

목표: 전남광주특별시

· 현장조치 행동매뉴얼 · 에 대기오염 확산 예측 기반 주민 대피 및 건강조사 절차 구체화 반영

06 국제 대응 체계 비교 — 우리는 어디에 있는가?

구분	미국	영국	호주	한국(현재)
법적 근거	EPCRA / WTC 건강법	COMAH 규정	SEMP 기준	화학사고 사후영향 조사 (화재 미적용)
건강조사 발동	자동 발동 (DR2 시스템)	HPA 즉시 개입	EPA 자동 발령	행정 요청 시만
확산 모델	AERMOD / HYSPLIT 상시 운영	NAME 모델 즉시 가동	GFS+CSIRO 실시간	없음 (개별 연구 시도)
주민 등록 시스템	WTCHR (최대 규모 사례)	SHARER 등록	Fire Registry	미구축 본 연구가 그 공백을 채우는 최초 시도

04 연구 추진 일정 (2026년 3월 ~ 9월)

주관기관:
조선대학교병원 직업환경의학과

3월

4월

5월

6월

7월

8월

9월

대기질 데이터 수집·분석

대기질 데이터 수집·분석

확산 모델링 (CALPUFF)

확산 모델링 (CALPUFF)

IRB 승인 및 설문지 개발

IRB 승인 및 설문지 개발

주민 설문 조사 실시

주민 설문 조사 실시

데이터 정제 및 통계 분석

데이터 정제 및 통계 분석

최종 보고서 및 정책 제언

최종 보고서 및 정책 제언

함께 만들어가는 환경 정의

연구팀

과학적이고 투명한 조사 결과를 가감 없이 공개하겠습니다.
주민 여러분의 건강 피해를 정량화하여 권리 보호의 근거를 만들겠습니다.

주민 여러분

설문에 적극 참여해 주십시오. 한 분의 응답이 10명의 권리를 대변합니다.
증상을 정확히 기억하여 알려주세요.

행정기관

이번 연구 결과를 광주광역시 재난 매뉴얼에 반영하고,
화재형 건강조사 프로토콜의 제도화를 추진해 주시기 바랍니다.

"과학적 근거 위에 환경 정의를, 주민 건강 위에 지역사회의 미래를 세웁니다"

대전화재와 급성건강영향

충남대학교 의과대학 예방의학교실

한창우

A tire factory fire

Domestic

Massive Fire Occurs at Tire Factory in Daejeon

Written: 2023-03-13 08:18:50 Updated: 2023-03-13 10:56:59



Photo : YONHAP News

- A factory fire event

: A sudden **fire at a tire manufacturing factory** in Daejeon, Korea, on March 12, 2023

: **From 10PM March 12 to 8AM March 15 (58 hours)**

A tire factory fire



A tire factory fire



- **A factory fire event**
 - : 2nd factory burnt down and 0.2 million tires burned
 - : Property loss of 140 million USD

Toxicity of tire fire smoke



AIR EMISSIONS FROM SCRAP TIRE COMBUSTION

Prepared for:

Office of Air Quality Planning and Standards
and
U.S. - Mexico Border Information Center on Air Pollution
Centro Información sobre Contaminación de Aire

- **Harmful pollutants in tire combustion**

: Particulate matter; Carbon monoxide; Sulfur dioxide;
Polycyclic aromatic hydrocarbons; Volatile organic
compounds and others

Downard et al., 2015a; Nadal et al., 2016; Raudonytė-Svirbutavičienė et al., 2022; Singh et al., 2015

Previous studies reporting health effects of tire fire smoke

- **Westley tire fire in California 1999**

: Headaches, coughing, difficulty breathing, and burning eyes in exposed residents

- **Tire cellar fire in Bogotá 2014**

: Eye and nose irritation in children exposed to tire cellar fire smoke



Symptoms:

The most common symptoms complained about were headache, coughing and difficulty breathing.

Table 2: Symptoms that callers complained about to the nurse of the day, Stanislaus County. Some people had more than one symptom.

Symptoms	Freq	Percent
Headache	41	47.7%
Coughing	30	34.9%
Difficulty Breathing	25	29.1%
Burning Eyes	18	20.9%
Dry Throat	18	20.9%
Wheezing	17	19.8%
Stuffy Nose	13	15.1%
Nausea	11	12.8%
Chest Discomfort	6	1.2%
Vomiting	5	5.8%
Stomach Discomfort	4	2.3%
Respiratory Problems	2	1.2%
Runny Nose	2	2.3%
Joint Pain	2	1.2%
Itchy Eyes	2	1.2%
Irritated	2	1.2%

Complaint of: Congestion, Tired, Chills, Dry Throat, Irritation in Ribs, Sinus Infection, Smell, Taste, Weak

California Environmental Protection Agency, 2002; Muñoz* et al., 2016

Previous studies reporting health effects of tire fire smoke

- **A tire fire in Amberley, New Zealand, 2021**

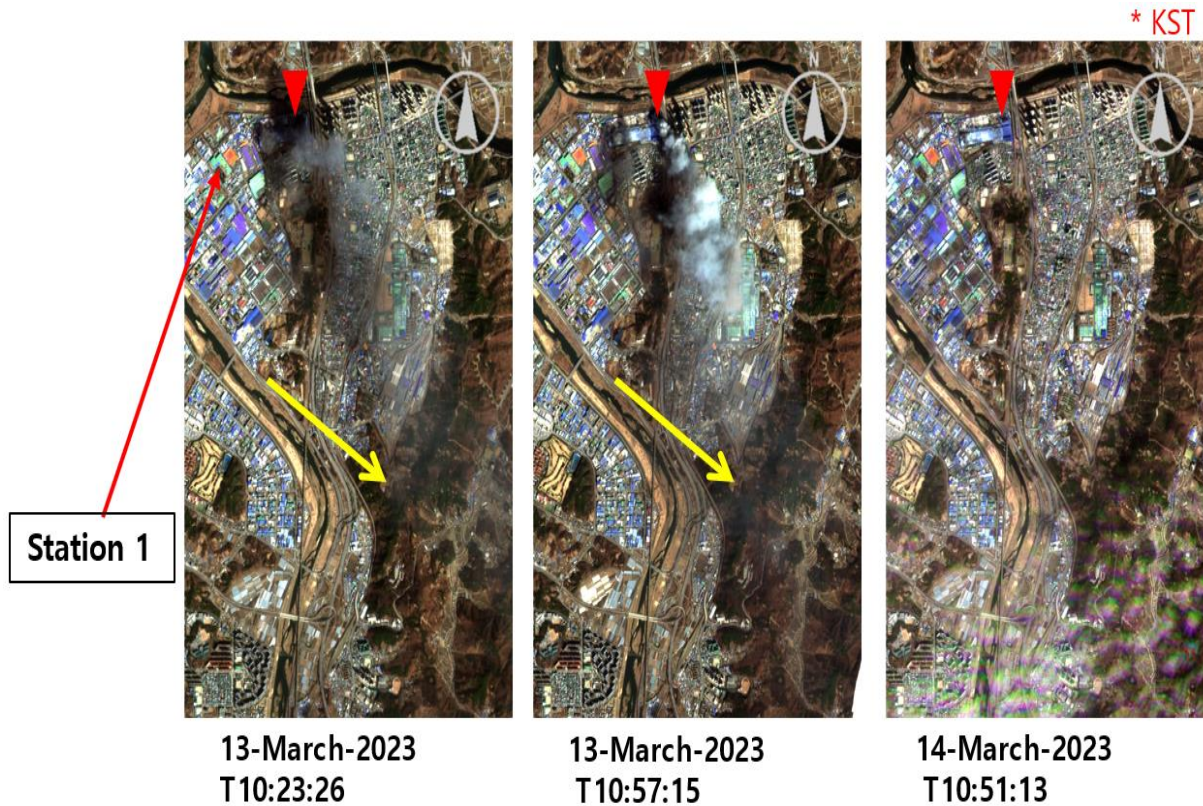
: Difficulty breathing and throat irritation in residents within 3 days of the initial fire

- Most of studies in case report format and epidemiological evidences are still lacking

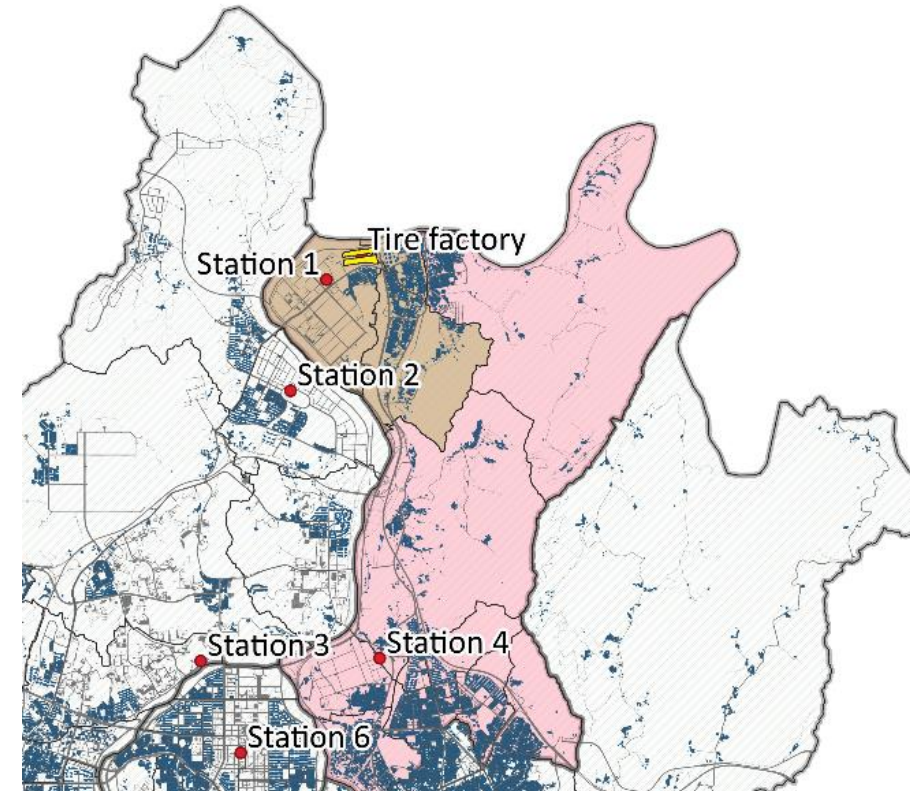


Institute of Environmental Science and Research, 2023 ;Rovira et al., 2018; Sidhu et al., 2006

Residential areas exposed to tire factory fire smoke



Satellite images 12 and 36 hours after the initial fire



Map of Daejeon and tire factory fire plume exposed region

2023 Tire factory fire in Daejeon

한국타이어 대전공장 화재 후 주변 대기질·수질 '정상'

우정식 기자 · 2023. 3. 27. 14:36

가림



14일 오전 대전 대덕구 목상동 한국타이어 대전공장에서 소방대원들이 잔불 진화를 하고 있다. 이번 화재로 2공장 대부분과 옆으로 이어진 3물류창고가 전소, 보관된 타이어 약 21만개가 불에 탄 것으로 파악되고 있다. /신현종 기자

지난 12일 밤 불이 시작돼 58시간만에 진화된 한국타이어 대전공장 화재 이후 다행히 주변 대기 및 수질에는 큰 영향을 주지 않았다는 조사 결과가 나왔다.

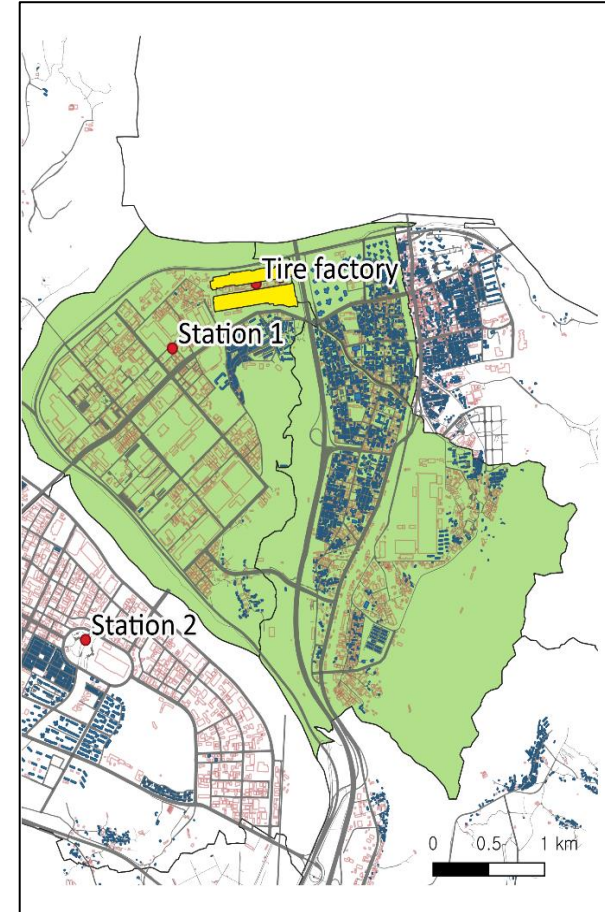
대전보건환경연구원은 공장에 가까운 곳에 위치해 화재에 영향을 받을 수 있는 석봉동 아파트 주민들의 요청으로 인근 지역에서 지난 16일 자정부터 24시간 대기환경 이동시스템으로 지역의 평균 대기질을 측정했다.

측정개요

- (측정지점) 금강엑셀루타워아파트(대덕구 대덕대로 1555)
- (측정기간) 2023. 3. 16. 0시 ~ 3. 28. 24시(13일)
- (측정목적) 화재사고 주변 대기질 조사

측정결과

측정항목 (단위)	측 정 결 과 (시간평균)				
	이동차	인접측정소(문평동)	도시대기 평균	대기환경기준	
PM-10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	평균	74	81	71	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24시간)
	최고	304	299	223	
	최저	17	16	19	
PM-2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	평균	31	31	27	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24시간)
	최고	84	133	63	
	최저	6	1	6	
SO ₂ (ppm)	평균	0.0033	0.0032	0.0031	0.05ppm(24시간) 0.15ppm(1시간)
	최고	0.0101	0.0124	0.0049	
	최저	0.0022	0.0010	0.0022	
O ₃ (ppm)	평균	0.0359	0.0326	0.0350	0.06ppm(8시간) 0.10ppm(1시간)
	최고	0.0781	0.0771	0.0744	
	최저	0.0019	0.0027	0.0027	
NO ₂ (ppm)	평균	0.0178	0.0216	0.0189	0.06ppm(24시간) 0.10ppm(1시간)
	최고	0.0515	0.0589	0.0484	
	최저	0.0030	0.0041	0.0048	
CO (ppm)	평균	0.38	0.35	0.40	9ppm(8시간) 25ppm(1시간)
	최고	0.72	0.78	0.78	
	최저	0.21	0.19	0.23	
벤젠 (ppb)	평균	0.43	0.59	0.42	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1년)
	최고	1.34	4.02	2.18	
	최저	0.12	0.12	0.10	

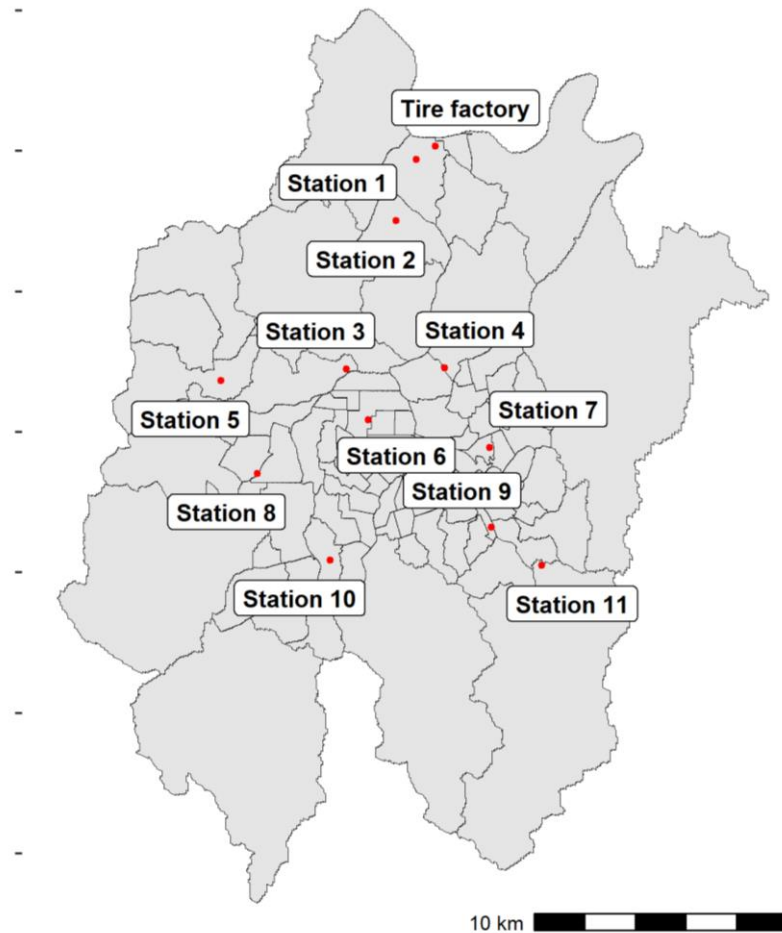


Main research questions

- Did residents living closer to the factory experience an increase in air pollution exposure?
- If so, did this elevated exposure to air pollution result in a higher incidence of diseases?

Defining area exposed to tire factory fire smoke

Daejeon city



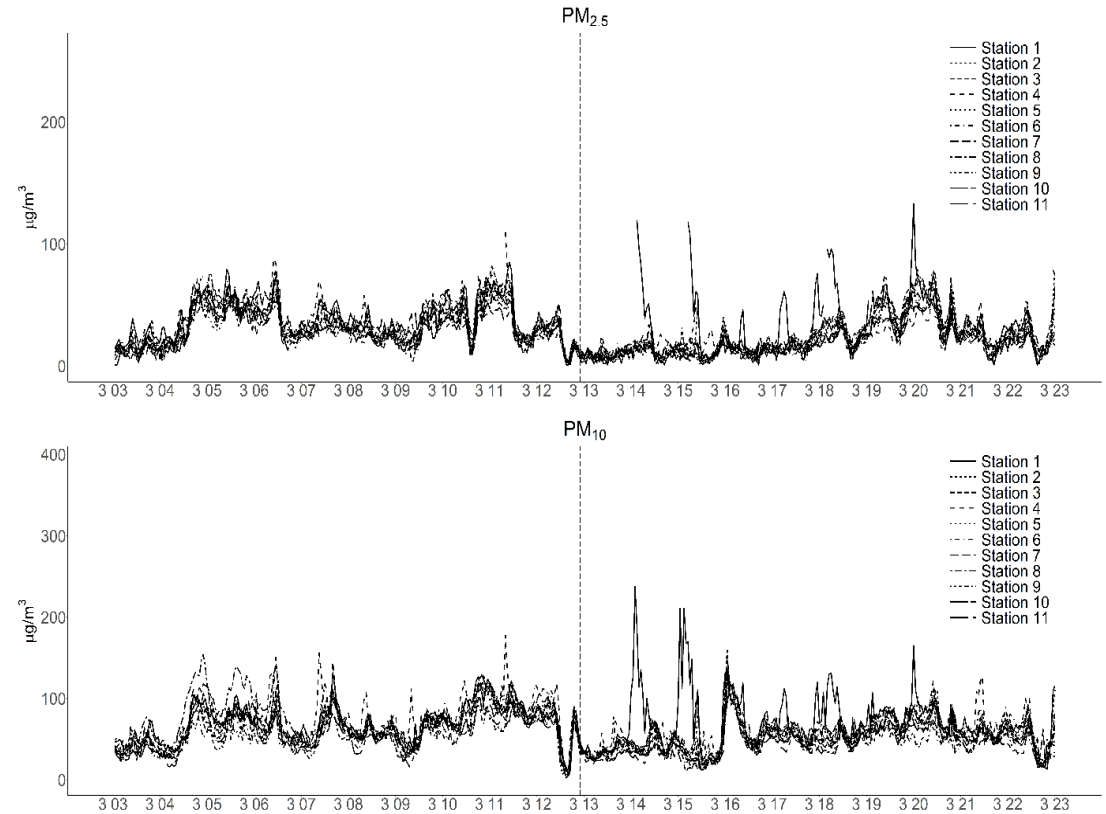
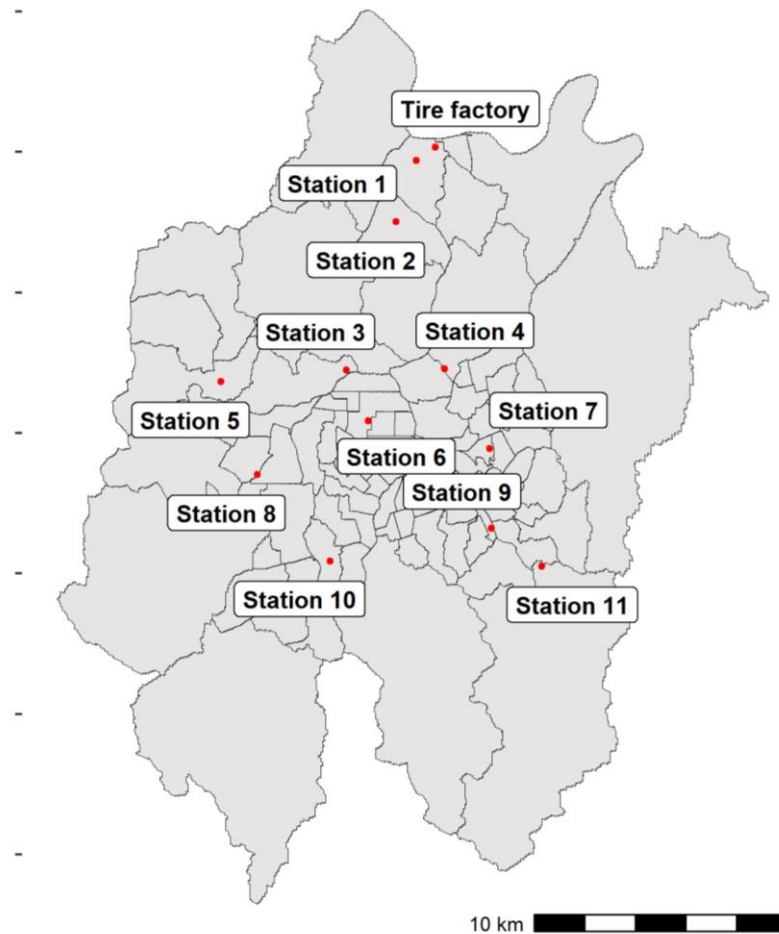
- 11 Fixed air pollution monitoring stations in Daejeon city

: PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 , CO , NO_2 , and O_3

- **Station 1**
 - Located 500 m from the factory

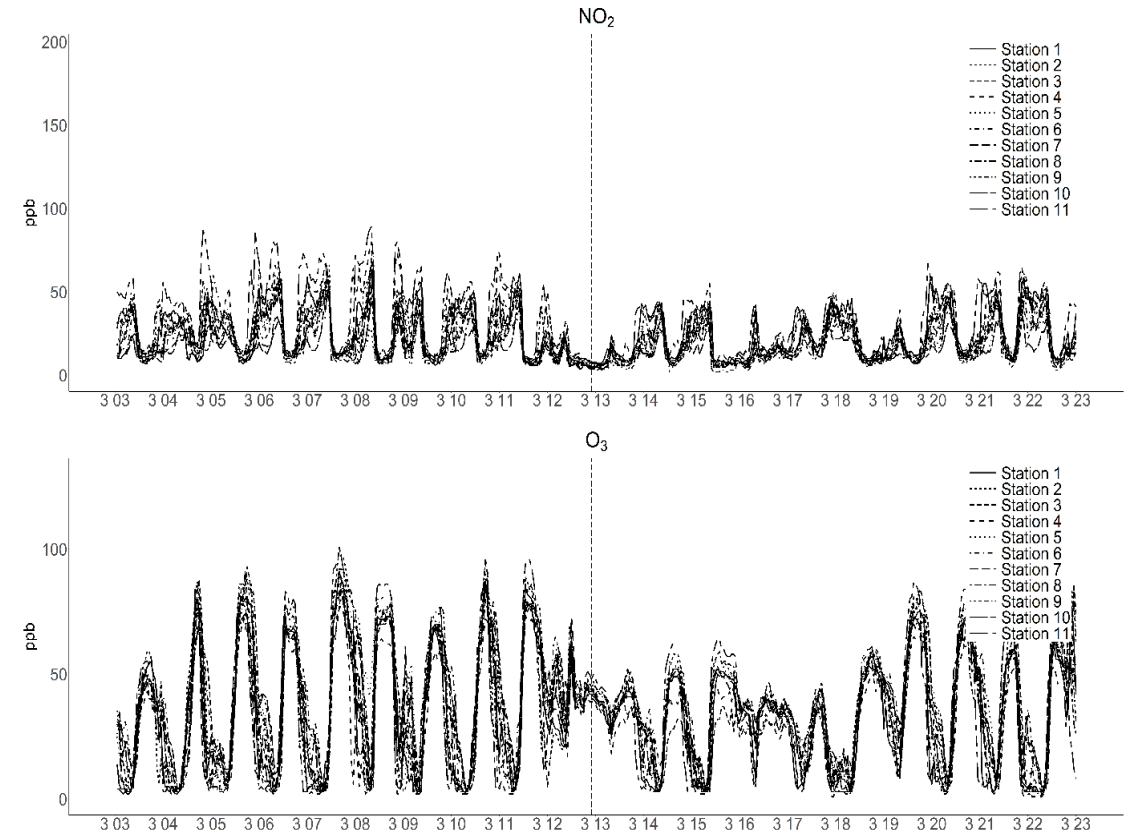
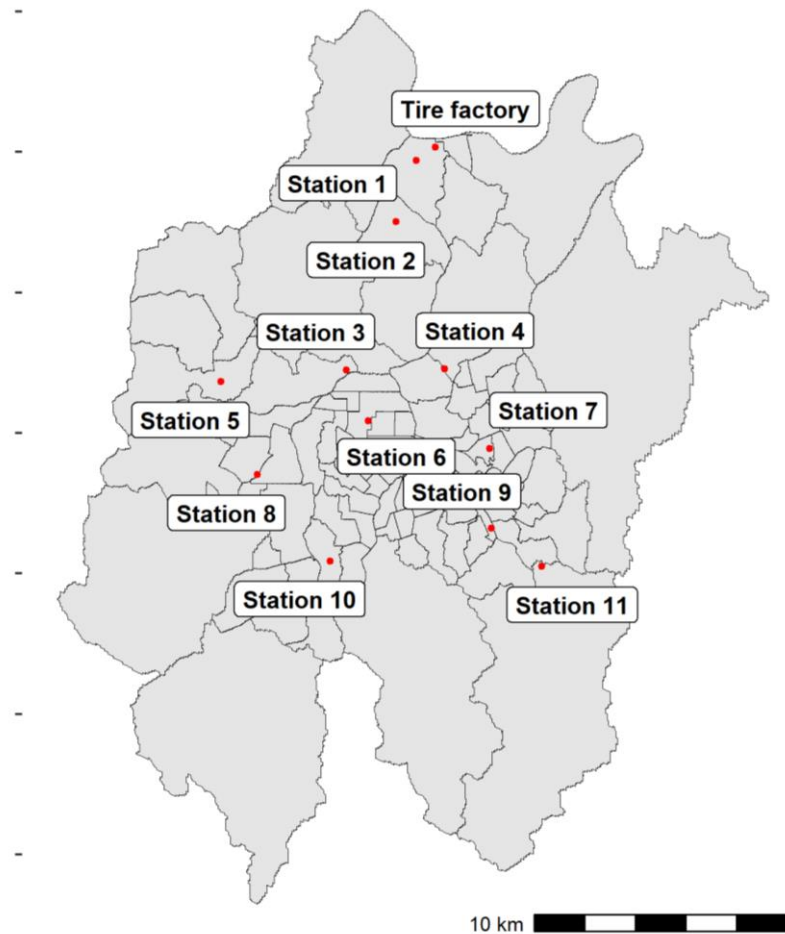
Defining area exposed to tire factory fire smoke

Daejeon city



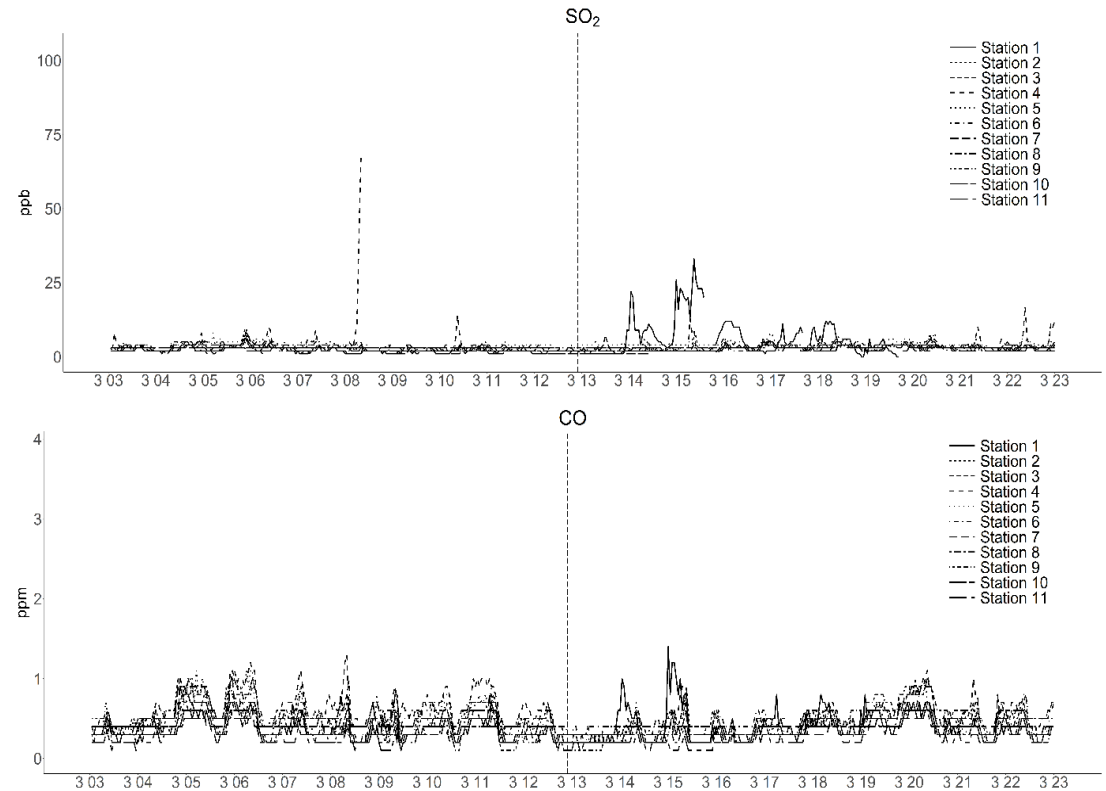
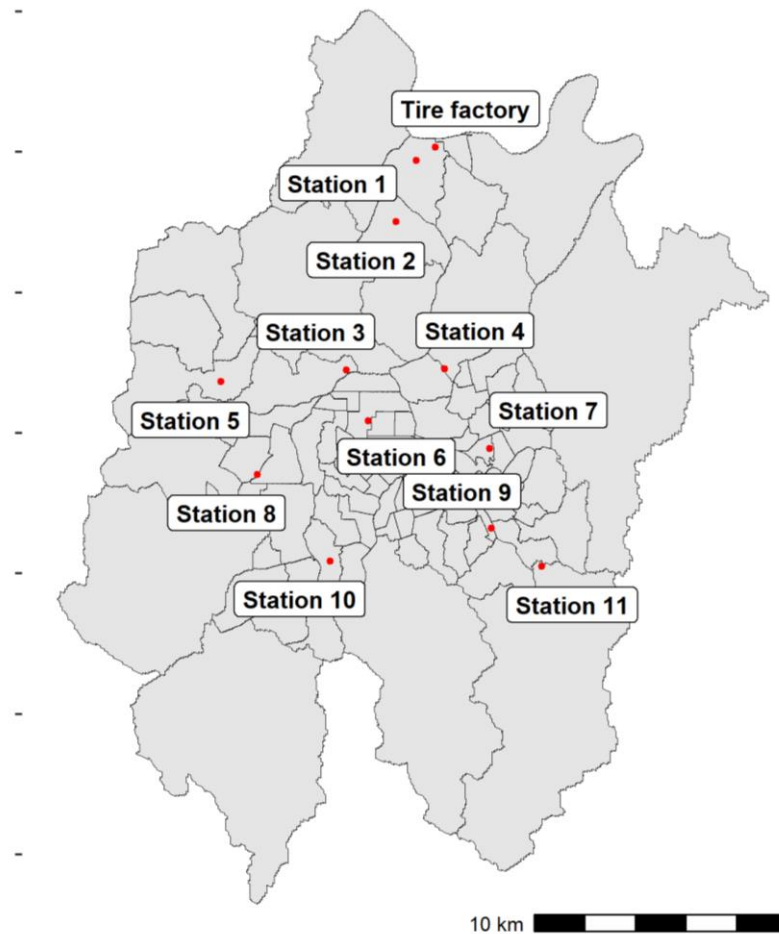
Defining area exposed to tire factory fire smoke

Daejeon city

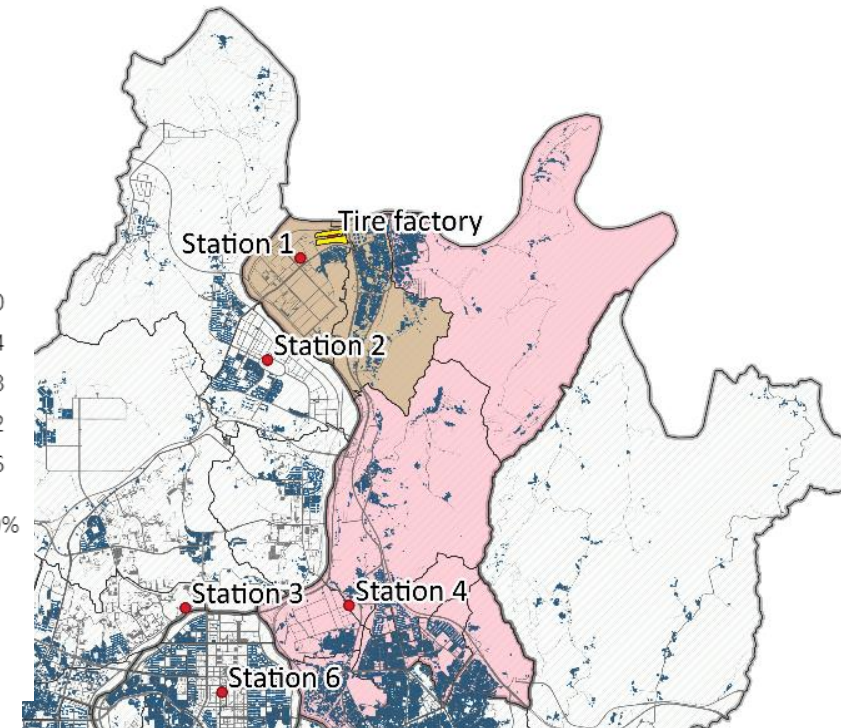
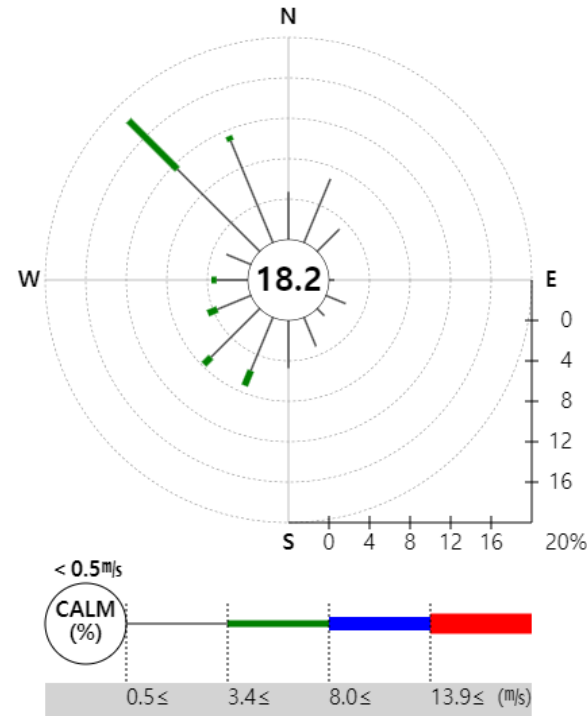
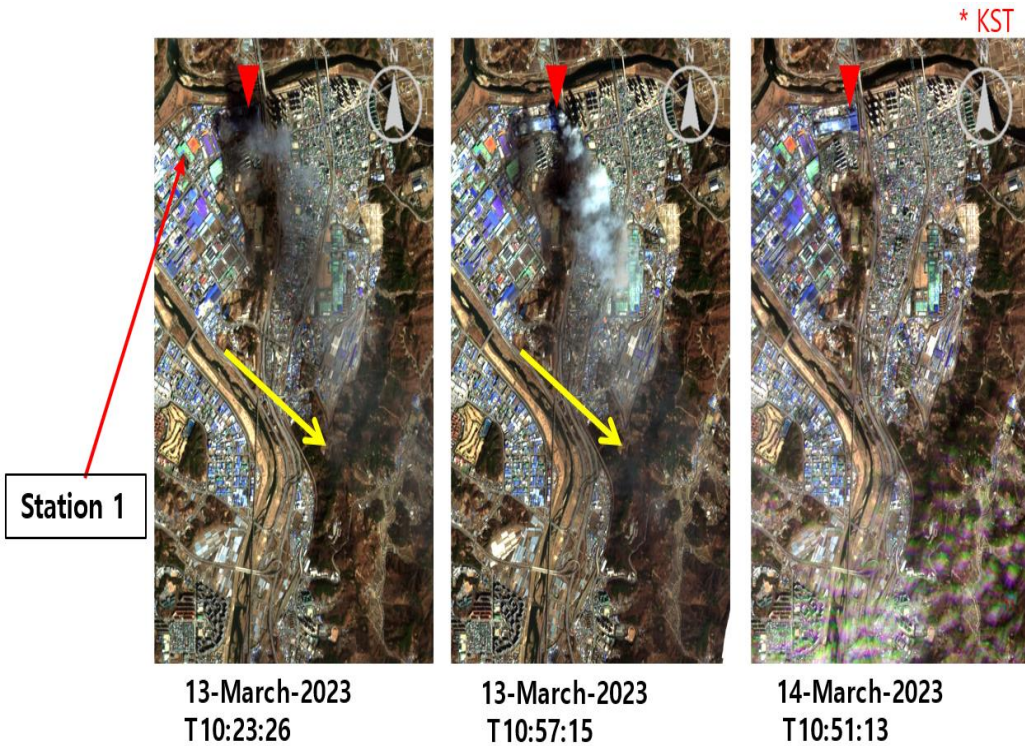


Defining area exposed to tire factory fire smoke

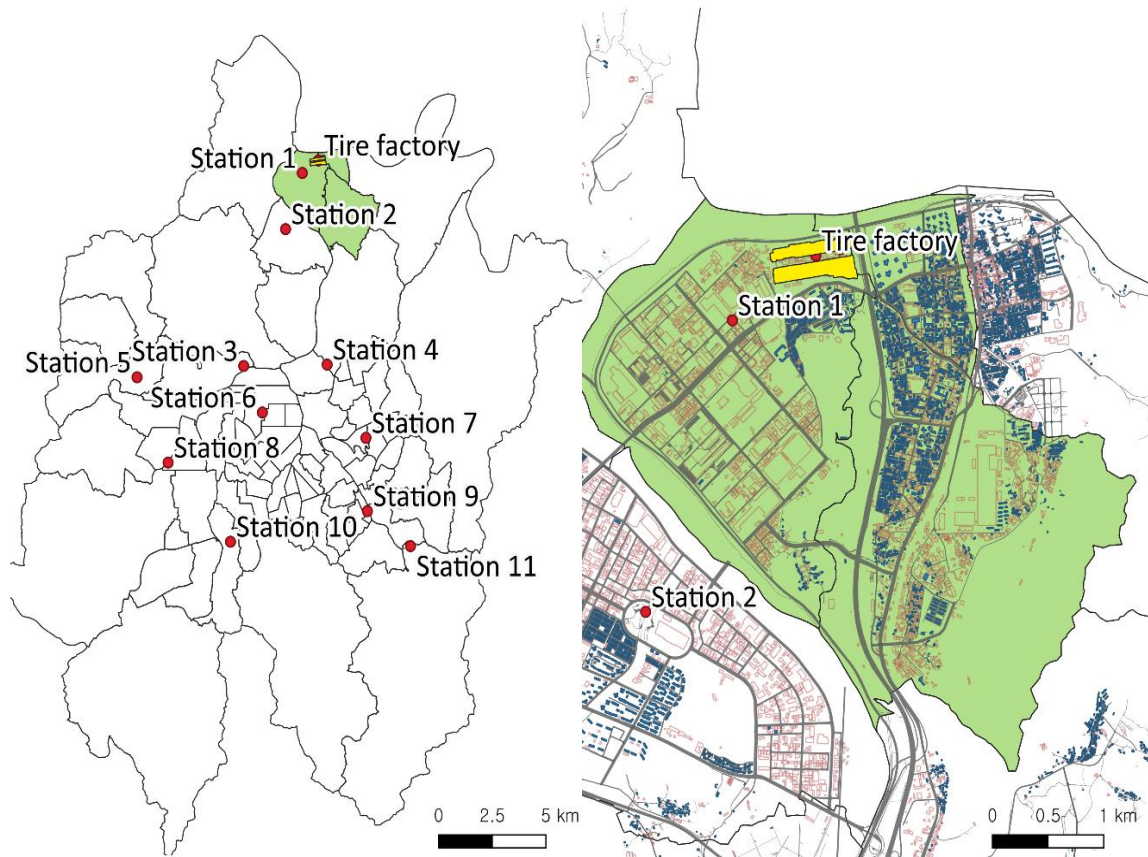
Daejeon city



Residential area exposed to tire factory fire smoke

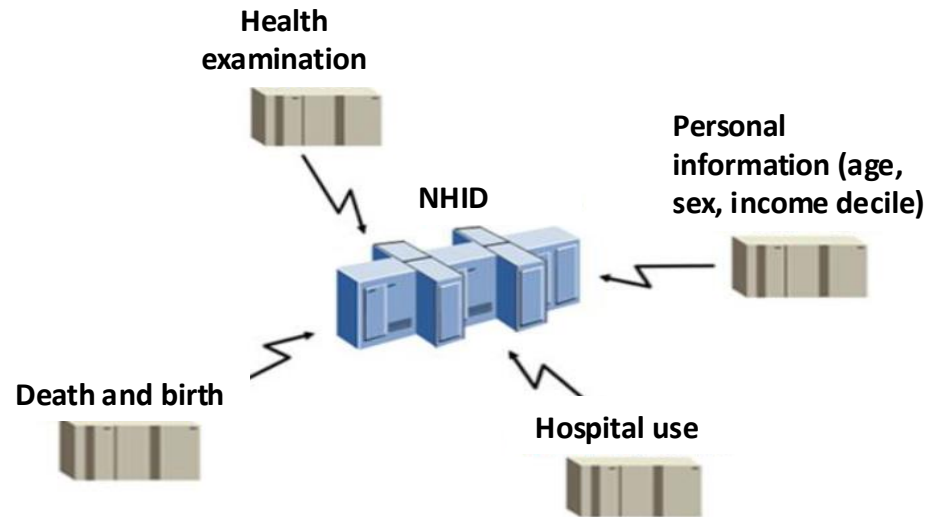


Residential area exposed to tire factory fire smoke



- 3 districts near the tire factory
: treated (fire plume exposed)
- 79 remaining districts of Daejeon
: candidate controls

Excess disease incidence estimation



- **National Health Insurance Database (NHID)**

: A single database contains all the medical use information of each Korean

- **Definition of disease incidence**

: Acquired the **entire hospital use information of Daejeon city residents** from Jan 2022 to Mar 2023.

: Incidence (new disease development) was defined by **the first hospital visits with specific disease diagnosis** (using primary diagnostic code) since Jan 2022.

: If a person's disease incidence date was 15-Mar-2023, a person was never diagnosed with that specific disease from January-2022 to 14-Mar-2023

Seong et al., 2016 ;Han, 2022; Han, 2023; Han et al., 2021

Excess disease incidence estimation

- **Evaluated specific diseases**

: Diseases of the respiratory system (J00-J99)

: Mental and behavioral disorders (F00-F99)

: Diseases of eye and ear (H00-H99)

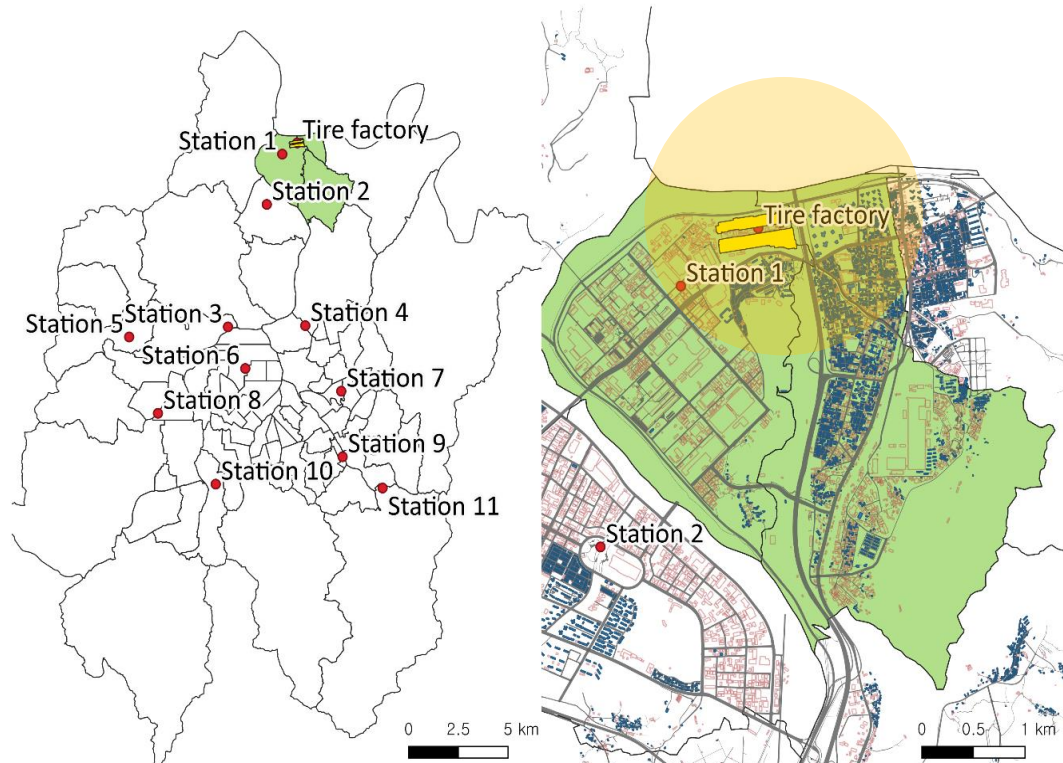
: Diseases of the skin and subcutaneous tissue (L00-L99)

: Diseases of the nervous system (G00-G99)

- **Treated** - disease incidence in residents residing in 3 smoke exposed districts

- **Candidate controls** - disease incidence in residents residing in 79 districts of Daejeon

Excess air pollution exposure estimation



- **Fixed air pollution monitoring stations**

: PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 , CO , NO_2 , and O_3

- ***Station 1***

- Located 500 m from the factory

- Used to estimate the air pollution exposure levels of the residents near the factory

- ***Treated*** - air pollution levels monitored in *Station 1*

- ***Candidate controls*** - air pollution levels monitored in other 10 stations of Daejeon

Statistical analysis

- **Generalized synthetic control method**
- **Excess air pollution exposure**
(Station 1 vs other stations of Daejeon)
- **Excess disease incidence**
(3 exposed vs other 79 non-exposed districts)
- **Pre-event period**
: 01-Jan-2023 to 12-Mar-2023 (71 days)
- **Post-event period**
: 13-Mar-2023 to 22-Mar-2023 (10 days)
- **Sensitivity analyses**
 - Analysis with age-standardized rates
 - Municipal level comparison
 - Applying different pre-event period (40 days)
 - Falsification test (by setting event date 1 year before the event)

Results

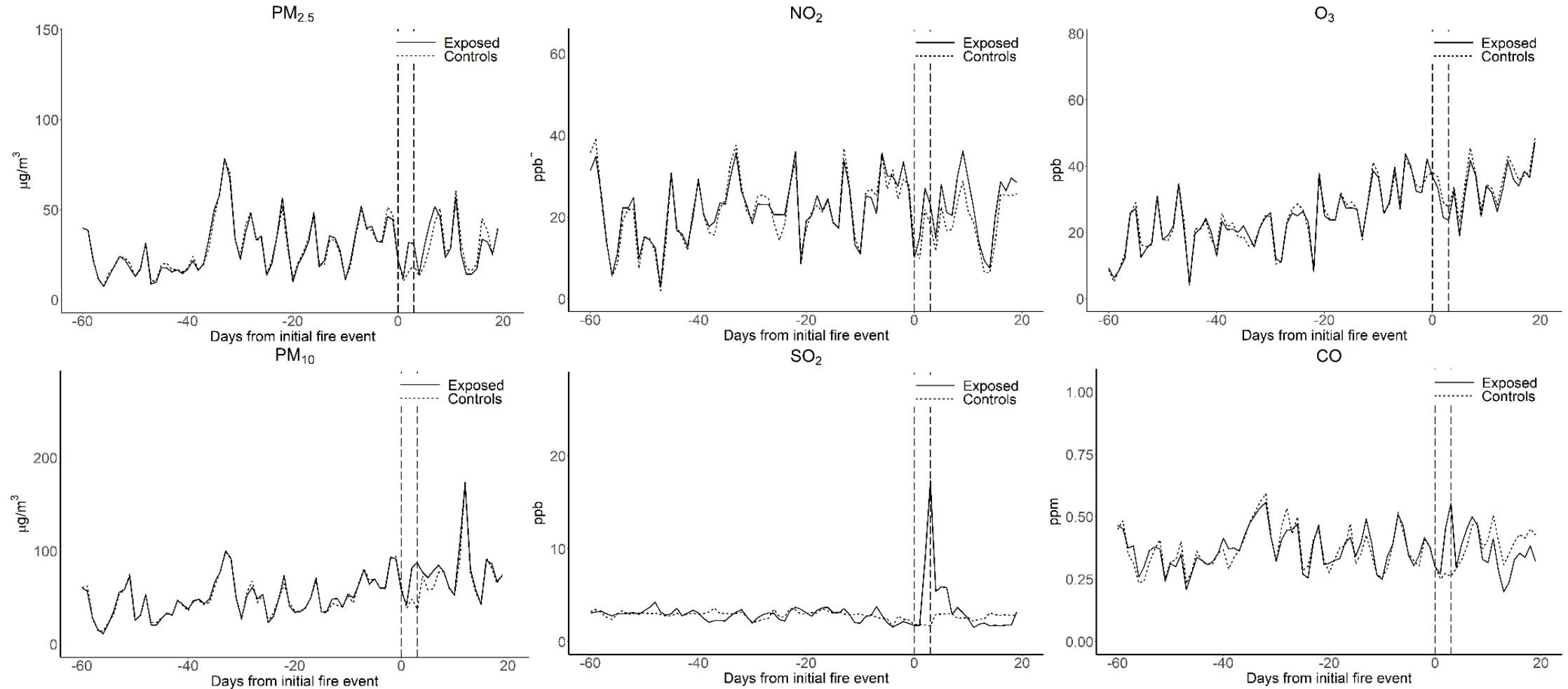


Figure 2. Air pollution monitoring results before and after the factory fire. The solid line represents the monitoring results of Station 1, and the dotted line represents the results of synthetic control. The dotted vertical lines represent the tire factory fire period (2023-03-13 to 2023-03-15).

Excess air pollution exposure

Table 1. Monitored (A: –10 to –1 d from the factory fire) and estimated excess changes (B: 0–2 d of active fire, and C: 0–2 d of active fire plus 1 wk after the fire extinction) in air pollution levels [particulate matter with aerodynamic diameters of ≤ 10 (PM₁₀) and 2.5 μm (PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), ozone (O₃), sulfur dioxide (SO₂), and carbon monoxide (CO)] at Station 1.

Pollutants	A: Monitored cumulative pollutant levels at Station 1 before factory fire (–10 to –1 d)	B: Estimated cumulative changes in air pollutant levels at Station 1 (0–2 d)	C: Estimated cumulative changes in air pollutant levels at Station 1 (0–9 d)	Percentage changes in air pollutant levels (C/A $\times$ 100)
PM _{2.5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	370.0	29.8 (21.0, 37.4)	54.9 (–27.5, 99.5)	14.8 (–7.4, 26.9)
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	691.7	81.5 (62.9, 94.9)	125.2 (44.9, 156.7)	18.1 (6.5, 22.7)
NO ₂ (ppb)	264.3	12.6 (5.1, 34.6)	50.4 (12.7, 99.8)	19.1 (4.8, 37.8)
O ₃ (ppb)	348.7	–13.2 (–26.6, 0.8)	–27.4 (–56.8, –2.6)	–7.9 (–16.3, –0.7)
SO ₂ (ppb)	23.6	22.3 (17.1, 24.2)	32.0 (21.0, 35.9)	135.6 (89.0, 152.1)
CO (ppm)	3.8	0.5 (0.3, 0.7)	0.5 (0.1, 1.2)	13.2 (2.6, 31.6)

Note: The estimated excess changes describe the difference between the daily air pollution levels monitored at Station 1 and the synthetic control values. Cumulative values (95% CIs) are shown here for each period. The daily temporal air pollution patterns measured at Station 1 and synthetic control are presented in [Figure 2](#). CI, confidence interval.

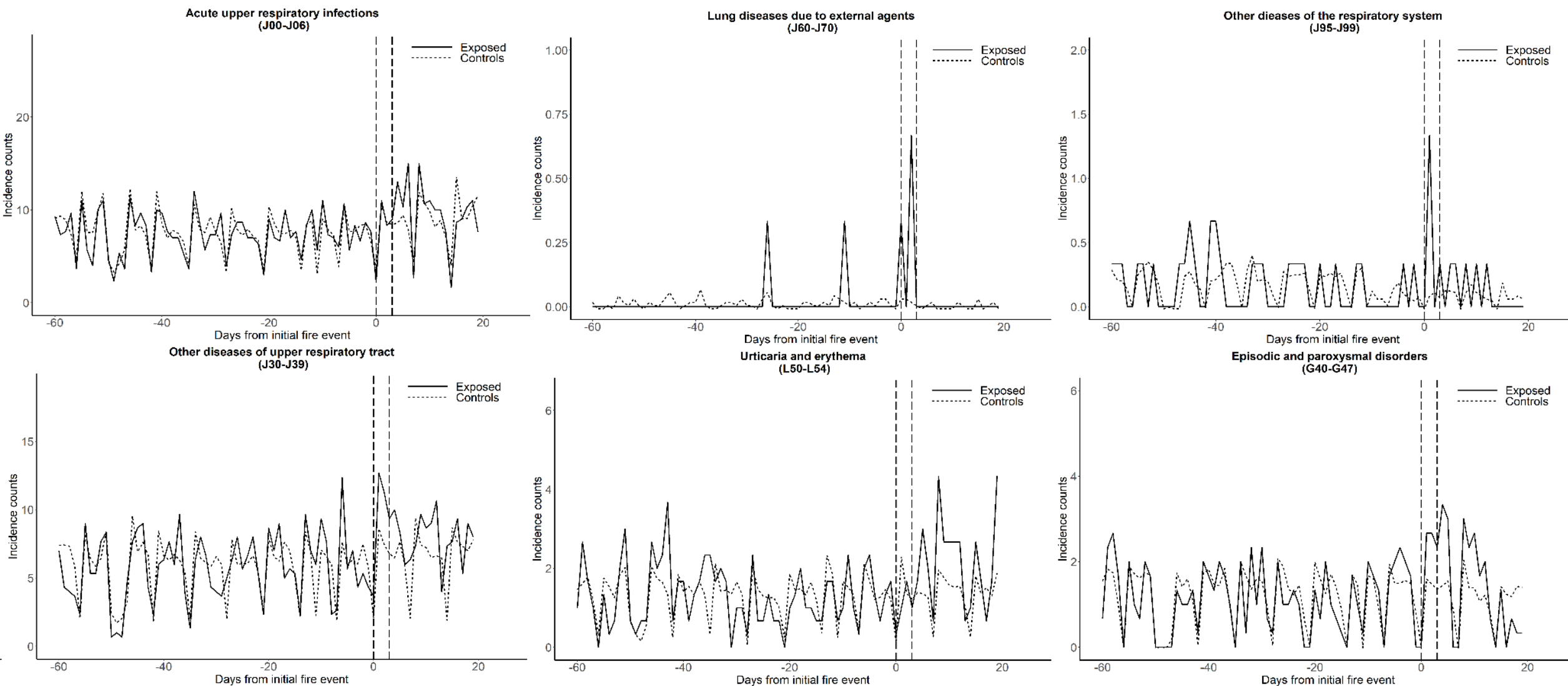


Figure 3. Changes in disease incidence before and after the tire factory fire in exposed and synthetic control districts

Excess disease incidence

Table 2. Observed (A: −10 to −1 d from the factory fire) and estimated excess changes (95% CIs) (B: 0–2 d of active fire, and C: 0–2 d of active fire plus 1 wk after the fire extinction) in disease incidence counts (*n*) for residents of the three exposed districts [persons (*n*): Moksang district 6,682; Deogam district: 13,596; Seokbong district: 16,414].

Disease categories	ICD-codes	A: Average disease incidence counts (<i>n</i>) in exposed districts (−10 to −1 d)	B: Average excess change in incidence counts (<i>n</i>) in exposed districts (0–2 d)	C: Average excess change in incidence counts (<i>n</i>) in exposed districts (0–9 d)	Average percentage changes in disease incidence counts in exposed districts (C/A × 100)
Respiratory disease					
Acute upper respiratory infections	J00–J06	71.0	0.1 (−10.9, 11.5)	21.2 (−2.5, 42.9)	29.9 (−3.5, 60.4)
Influenza and pneumonia	J09–J18	4.7	−2.3 (−7.6, 9.5)	−3.7 (−16.3, 99.9)	−78.7 (−346.8, 423.4)
Other acute lower respiratory infections	J20–J22	76.0	4.6 (−3.9, 15.0)	−3.3 (−16.7, 21.7)	−4.3 (−22.0, 28.6)
Other diseases of upper respiratory tract	J30–J39	58.0	11.7 (4.5, 21.0)	20.6 (6.2, 37.4)	35.5 (10.7, 64.5)
Chronic lower respiratory diseases	J40–J47	8.3	−1.5 (−4.8, 1.9)	−4.1 (−11.5, 3.9)	−49.4 (−138.6, 47.0)
Lung diseases due to external agents	J60–J70	0.3	1.9 (1.6, 2.4)	2.5 (2.1, 3.3)	833.3 (700.0, 1,100.0)
Other respiratory diseases principally affecting the interstitium	J80–J84	0.0	−0.2 (−0.6, 0.5)	−0.2 (−0.9, 0.6)	—
Other diseases of pleura	J90–J94	0.0	−0.1 (−0.4, 0.4)	−0.2 (−0.8, 0.6)	—
Other diseases of the respiratory system	J95–J99	1.7	1.8 (0.8, 2.7)	2.3 (0.2, 4.2)	135.3 (11.8, 247.1)
Psychological disease					
Mood disorders	F30–F39	3.0	1.3 (−0.7, 3.2)	−0.4 (−4.0, 3.0)	−13.3 (−133.3, 100.0)
Neurotic, stress-related, and somatoform disorders	F40–F48	5.3	−0.7 (−2.9, 1.9)	−1.1 (−5.0, 2.9)	−20.8 (−94.3, 54.7)
Behavioral syndromes associated with physiological disturbances	F50–F59	2.0	−1.0 (−2.2, 0.7)	0.2 (−2.0, 3.0)	10.0 (−100.0, 150.0)

Excess disease incidence

Table 2. Observed (A: –10 to –1 d from the factory fire) and estimated excess changes (95% CIs) (B: 0–2 d of active fire, and C: 0–2 d of active fire plus 1 wk after the fire extinction) in disease incidence counts (*n*) for residents of the three exposed districts [persons (*n*): Moksang district 6,682; Deogam district: 13,596; Seokbong district: 16,414].

Disease categories	ICD-codes	A: Average disease incidence counts (<i>n</i>) in exposed districts (–10 to –1 d)	B: Average excess change in incidence counts (<i>n</i>) in exposed districts (0–2 d)	C: Average excess change in incidence counts (<i>n</i>) in exposed districts (0–9 d)	Average percentage changes in disease incidence counts in exposed districts (C/A × 100)
Dermatological disease					
Infections of the skin and subcutaneous tissue	L00–L08	14.0	0.8 (–3.3, 5.2)	2.3 (–4.0, 8.8)	16.4 (–28.6, 62.9)
Dermatitis and eczema	L20–L30	33.3	1.4 (–2.5, 6.0)	–1.3 (–10.3, 6.8)	–3.9 (–30.9, 20.4)
Papulosquamous disorders	L40–L45	0.3	–0.2 (–1.0, 0.9)	1.0 (–0.5, 2.7)	333.3 (–166.7, 900.0)
Urticaria and erythema	L50–L54	14.0	–1.1 (–4.7, 1.5)	5.9 (–0.6, 11.2)	42.1 (–4.3, 80.0)
Disease of eye, ear, and vertiginous syndrome					
Disorders of eyelid, lacrimal system and orbit	H00–H06	18.7	–0.3 (–5.2, 4.3)	–1.2 (–11.2, 7.2)	–6.4 (–59.9, 38.5)
Diseases of middle ear and mastoid	H65–H75	9.7	–1.9 (–5.6, 1.7)	–3.4 (–11.1, 3.9)	–35.1 (–114.4, 40.2)
Diseases of inner ear	H80–H83	8.3	–1.7 (–3.7, 0.9)	–0.9 (–5.0, 3.6)	–10.8 (–60.2, 43.4)
Episodic and paroxysmal disorders	G40–G47	12.7	3.1 (0.5, 5.7)	8.5 (3.7, 13.4)	66.9 (29.1, 105.5)
Disease for negative control analysis					
Intestinal infectious diseases	A00–A09	27.3	1.7 (–2.8, 7.0)	1.9 (–7.2, 13.5)	7.0 (–26.4, 49.5)
Diseases of external ear	H60–H62	9.3	–1.0 (–4.5, 2.7)	–0.3 (–5.3, 5.4)	–3.2 (–57, 58.1)
Diseases of esophagus, stomach, and duodenum	K20–K31	10.7	–0.2 (–2.4, 2.5)	1.0 (–3.2, 5.2)	9.3 (–29.9, 48.6)
Injuries to the wrist and hand	S60–S69	12.3	–1.3 (–5.0, 2.8)	–0.6 (–9.2, 7.5)	–4.9 (–74.8, 61.0)

Biological mechanisms

- **Air pollution**
 - **Respiratory disease**
 - **Skin disease**
 - **Episodic and paroxysmal disorders**
- **Oxidative stress and inflammation mechanism**
 - : Deteriorated mechanical and immunological respiratory defense mechanism
 - : Direct damage from chemicals
 - : Oxidative stress, release of pro-inflammatory cytokine after air pollution exposure
 - : Neurogenic inflammation and oxidative stress

World Health Organization, 2021; Huff et al., 2019; Thurston et al., 2020; Kim et al., 2016; Block and Calderón-Garcidueñas, 2009

Response after the disaster

- **What local government have done**

- : Dust absorption and cleaning vehicles

- : 3 Schools near the factory closed for 1 day



- **What company have done**

- : Voluntary cleaning process near factory

- : Received damage complaints from residents



Response after the disaster

- **What we don't have**

: Structured response protocols for massive urban fire disasters

: Research guides and health care programs for first responders or residents of disaster affected communities

- **What other countries are doing**

: Monitoring health of disaster affected personnel (911 World Trade Center Health Program; GuLFSTUDY)

: Developing tools and protocols to assess public health needs and research on disaster response workers and residents

(CASPER by CDC, RAPIDD by DR2 of NIEHS)

Azofeifa et al., 2021; Kwok et al., 2017; Schnall et al., 2017; Miller et al., 2016

Limitations

- Exposure misclassification
- Evaluation of conventional air pollutants
- Focus on acute health effects
- Did not evaluate population susceptible to tire fire smoke

감사합니다.

cwohan@cnu.ac.kr

Estimating the Acute Health Effects of Smoke Exposure from an Urban Factory Fire Accident: A Case Study of a Tire Factory Fire in Korea

Changwoo Han,¹ Marnpyung Jang,² Jaeyoung Yoon,² Bolim Lee,² Jaiyong Kim,³ Hoyeon Jang,³ and Tarik Benmarhnia^{4,5}

¹Department of Preventive Medicine, Chungnam National University College of Medicine, Daejeon, Korea

²Chungnam National University College of Medicine, Daejeon, Korea

³Department of Big Data Management, National Health Insurance Service, Wonju, Korea

⁴Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, California, USA

⁵Université de Rennes, Institut national de la santé et de la recherche médicale, École des hautes études en santé publique, Institut de recherche en santé, environnement et travail, UMR_S 1085, Rennes, France

BACKGROUND: A major industrial fire accident occurred in a tire manufacturing factory in Daejeon, Korea, on 12 March 2023 and lasted for 3 d, generating air pollutant emissions. Although evidence regarding the health effects of urban fires is limited, residents near tire factory may have experienced health hazards due to smoke exposure from fire plumes.

OBJECTIVES: Capitalizing on the timing of this fire incident as a natural experiment, we estimated the attributable excess air pollution exposure and associated disease development among residents living near the tire factory.

METHODS: We used the generalized synthetic control method to estimate air pollution exposure and health burden attributable to the accident among residents living in smoke-exposed districts. Based on satellite images and air pollution monitoring results, three administrative districts (within 1.2 km from the factory) were defined as smoke-exposed, and the other 79 districts of Daejeon were defined as controls. Among the 11 monitoring stations in Daejeon, the station located 500 m from the factory was used to estimate excess air pollution exposure (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, O₃, SO₂, and CO) for residents in the exposed districts. The number of daily district-level disease-specific incidence cases were acquired from the National Health Insurance Database and used to estimate excess health burden resulting from the fire.

RESULTS: During the first week following the factory fire, residents of exposed districts had an estimated excess exposure to 125.2 [95% confidence interval (CI): 44.9, 156.7] µg/m³ of PM₁₀, 50.4 (95% CI: 12.7, 99.8) ppb of NO₂, and 32.0 (95% CI: 21.0, 35.9) ppb of SO₂. We also found an average increase in the incidence cases of other diseases of upper respiratory tract [20.6 persons (95% CI: 6.2, 37.4)], lung disease due to external agents [2.5 persons (95% CI: 2.1, 3.3)], urticaria and erythema [5.9 persons (95% CI: –0.6, 11.2)], and episodic and paroxysmal disorders [8.5 persons (95% CI: 3.7, 13.4)] in exposed districts.

DISCUSSION: Excessive air pollution exposure and disease incidence were identified among residents living close to the tire factory. Preventive measures, such as a warning system, to avoid health impacts to people breathing fire-related pollution may be beneficial for communities impacted by such events. <https://doi.org/10.1289/EHP14115>

Introduction

A sudden fire occurred at a tire manufacturing factory in Daejeon, Korea, on 12 March 2023. The fire lasted for 58 h, burning 200,000 stored tires and causing a property loss of USD \$140 million. Tire combustion is known to produce harmful pollutants, including particulate matter (PM), elemental carbon (EC), carbon monoxide (CO), sulfur dioxide (SO₂), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), volatile organic compounds (VOCs), and heavy metals.^{1–3} Previous studies on landfill tires and tire factory fires have reported increases in the air concentrations of such substances.^{4–7} Therefore, communities residing near the tire factory in Daejeon may have experienced adverse health effects due to the toxic pollutants that originated from the tire fire.⁷

However, only a few studies have reported on the public health effects of tire fire smoke. Residents exposed to the Westley tire fire

in California in 1999 reported headaches, coughing, difficulty breathing, and burning eyes.⁸ The prevalence of eye and nose irritation was higher in children exposed to smoke from a tire fire that occurred in Bogotá, Colombia, in 2014, compared with unexposed children.⁹ A tire fire in Amberley, New Zealand, in 2021, resulted in reports of difficulty breathing and throat irritation in patients within 3 d of the initial fire.¹⁰ Although several exposure assessment studies have indicated possible links between tire fire plumes and adverse health outcomes in residents near fire sites,^{11,12} epidemiological evidence is still lacking.

Few studies have documented the acute health effects of urban fires on local residents.¹³ An increase in respiratory disease-related hospital visits was reported in residents exposed to warehouse and scrapyard fires.^{14,15} Residents exposed to a fireworks facility explosion in Enschede, Netherlands, in 2000 reported acute respiratory symptoms within a day after the first explosion and physical and mental problems 2–3 wk after the incident.¹⁶ A pilot study involving 13 residents reported an increase in respiratory and post-traumatic stress symptoms after the Intercontinental Terminals Company fire, which occurred in Deer Park, Texas, in 2019.¹⁷ However, these previous studies on urban and industrial fires were prone to multiple sources of bias related to the lack of information on environmental exposure and health risks monitored before and after the disastrous event.¹³ Most disaster studies used post-only designs with a small number of convenience samples, without an accurate assessment of baseline health status or environmental exposure levels.¹⁸ On the other hand, the randomness of the timing of disasters provides a unique opportunity to conduct quasi-experimental studies by using data from such events as natural experiments.^{19,20}

In our previous studies, nationwide health insurance data and difference-in-differences analyses were applied to evaluate the

Address correspondence to Changwoo Han, Department of Preventive Medicine, Chungnam National University College of Medicine, 266, Munhwa-ro, Jung-gu, Daejeon, 35015, Korea. Telephone: 82-42-580-8263. Email: cwohan@cnu.ac.kr

Supplemental Material is available online (<https://doi.org/10.1289/EHP14115>).

The authors declare no competing financial interests.

Conclusions and opinions are those of the individual authors and do not necessarily reflect the policies or views of EHP Publishing or the National Institute of Environmental Health Sciences.

Received 6 October 2023; Revised 3 June 2024; Accepted 15 July 2024; Published 28 August 2024.

Note to readers with disabilities: EHP strives to ensure that all journal content is accessible to all readers. However, some figures and Supplemental Material published in EHP articles may not conform to 508 standards due to the complexity of the information being presented. If you need assistance accessing journal content, please contact ehpsubmissions@niehs.nih.gov. Our staff will work with you to assess and meet your accessibility needs within 3 working days.

mental health effects of major earthquakes in Korea.^{21,22} A unique health insurance system with universal coverage tracks the hospital usage information of each Korean.²³ By using insurance data, the baseline health status before the event and exact timing of disease onset can be estimated. A difference-in-differences analysis minimizes unmeasured confounding as long as the parallel trend assumption between the exposed individuals (e.g., a group living in an earthquake area) and control individuals (e.g., a group living in a region away from the earthquake area) holds.²⁴ Recent developments in this literature have offered more flexible methods that provide weights across multiple control groups to generate a synthetic control, aiming to minimize the difference between the exposed and control units.²⁵ Building on the difference-in-differences and synthetic control methods, a generalized synthetic control method allows for the control of time-varying confounders and has been shown to be suitable for analyzing the acute health effects of disasters having multiple exposure groups.²⁶

In this study, we aimed to estimate excess air pollution exposure and health burden in residents living near the massive tire factory fire in Daejeon using National Health Insurance and air pollution monitoring data collected in Korea. Our objective was to apply a generalized synthetic control approach to assess the short-term temporal changes in both air pollution exposure and factory fire-related disease incidence burden.

Methods

Study Location

Daejeon city comprises 5 municipalities and 82 small districts (Figure 1; Figure S1). The tire factory is located in Moksang district of Dae-deok municipality in the northern part of Daejeon. Dae-deok municipality contains a high concentration of industrial complexes (Figure 1, outlined buildings), but there are also residential areas located throughout Dae-deok municipality, including near the tire factory site (Figure 1, shaded buildings).

Figure S2 shows satellite images of the tire factory fire smoke plume captured on 13 and 14 March, 2023. Satellite images were obtained from PlanetScope-SuperDove (3-m resolution) and through Skywatch. During the fire, the plume spread from the factory in the southeast direction, consistent with wind direction at the time of the event. The wind rose diagram for Daejeon shows strong northwesterly winds during the 10 d following the initial fire event (Figure S3).

There are 11 fixed governmental air pollution monitoring stations in Daejeon, operated by the Ministry of Environment. The closest station to the tire factory, Munpyeong station (herein “Station 1”), is located only 500 m away (Figure 1).²⁸ The hourly air pollution levels [particulate matter with aerodynamic diameters of ≤ 10 (PM₁₀) and 2.5 μm (PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), and ozone (O₃), SO₂, CO] monitored at each governmental station in Daejeon 10 d before and after the initial fire are summarized in Table S1 and Figure S4. The number of high-pollution hours (defined as hours over the World Health Organization 24-h air pollution guidelines interim target 1) for PM increased at Station 1 after the fire, but not at other stations in Daejeon (Table S1). Station 1 showed a distinct increased hourly air pollution concentration pattern after the fire event (Figure S4), which suggests that air pollution exposure from the fire affected a localized region near the tire factory.

Based on satellite images, wind patterns, and the monitoring results (described above) from fixed air pollution stations in Daejeon during the fire, three districts near the tire factory (Moksang-dong, Deogam-dong, and Seokbong-dong) were defined as factory fire plume-exposed regions (Figure 1). These three fire plume-exposed districts are also where residential buildings are concentrated near the factory (Figure S3). All 12 districts of Dae-deok were set as exposed regions in the sensitivity analysis by applying different exposure definitions, which included all the districts located southeast of the factory (Figure S1).

Since the factory opened in 1979, it has produced tires for use in passenger vehicles and small trucks. The factory manufactures ~40,000 to 45,000 units of tires per day, which represents

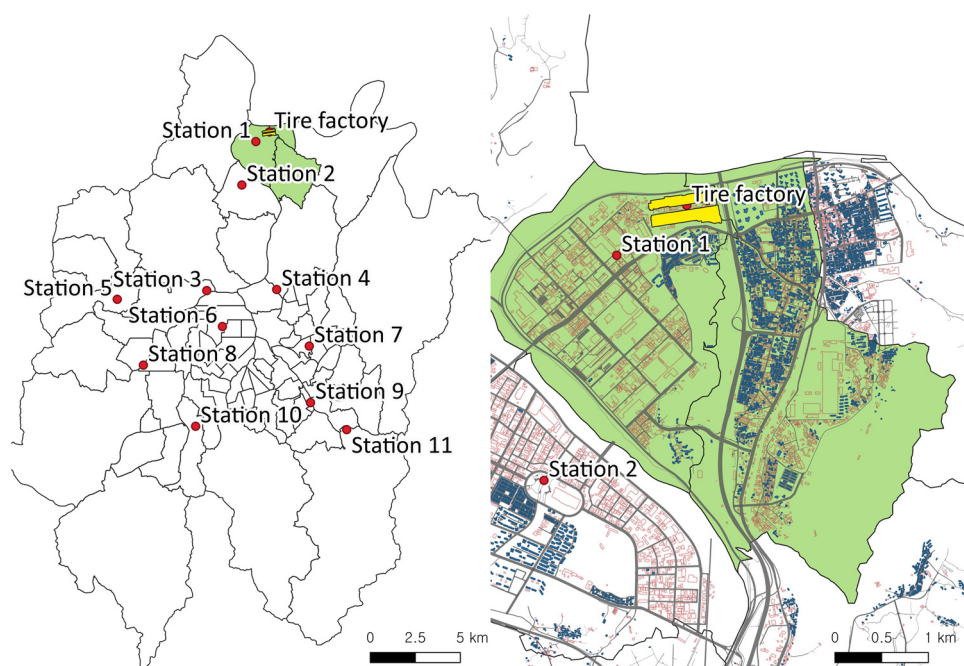


Figure 1. The map of Daejeon city with 82 districts and 11 air pollution monitoring stations. Shaded districts represent three smoke-exposed districts located close to the tire factory. In the zoomed-in area, shaded buildings represent residential houses, and outlined buildings represent industrial facilities. The geographic information systems layers were acquired from the Ministry of Interior and Safety of the Korean government.²⁷

~16.4% of the company's daily production volume. Of the two factory buildings, the second building burned down entirely, and >200,000 tires were destroyed by the fire.

The fire started at 2200 hours on Sunday, 12 March 2023, and lasted until 0800 hours on Wednesday, 15 March 2023. Because the fire started late at night on 12 March, we assumed that the health effects of air pollution from the fire may not have been reflected by hospital visit information recorded on 12 March. Therefore, we defined 13 March 2023, as the first day of treatment (the effect of fire smoke on disease incidence), and the study period was divided into pretreatment (1 January–12 March 2023: 71 d) and posttreatment (13–22 March 2023: 10 d, 3 d of active fire plus 1 wk after the fire's extinction) periods.

Data Collection

Air pollution monitoring data. The concentrations of hourly monitored air pollutants (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, O₃, SO₂, and CO) were gathered from the Airkorea website (<https://www.airkorea.or.kr>). The missing hourly observations, attributed to maintenance, quality control, and extremely high concentrations of air pollution, were excluded when calculating the daily averages (Table S1). PM levels (in micrograms per meter cubed) were measured using the β -ray absorption method, NO₂ levels (in parts per billion) were measured using chemiluminescent methods, O₃ levels (in parts per billion) were measured using ultraviolet (UV) photometric methods in fixed monitoring station in Korea,²⁹ SO₂ levels (in parts per billion) were measured via the pulse UV fluorescence method, and CO levels (in parts per million) were measured using nondispersive infrared methods.

There are 11 fixed air pollution monitoring stations in Daejeon operated by the Ministry of Environment, Korea. Data from the Munpyeong station, located within 500 m of the factory (Station 1 in Figure 1), were used as the surrogate exposure levels representing the level of air pollution experienced by the residents in the fire plume-exposed districts. To match the results of the exposure analysis with hospital-use data, the starting point of treatment (the effect of fire smoke on air pollution) was defined as 0000 hours on 13 March 2023. The pretreatment (1 January–12 March 2023: 71 d) and posttreatment (13–22 March 2023: 10 d, 3 d of active fire plus 1 wk after the fire's extinction) periods are the same periods as used for the hospital-use data.

Hospital-use data. National Health Insurance data were used to define the daily disease incidence cases at the district level. In Korea, the medical usage information of each individual within the country's single-payer universal health insurance system is registered in a single database (the National Health Insurance Database, or NHID).²³ The NHID contains comprehensive information on hospital usage, including types of use (inpatient, outpatient, and emergency department visits), usage dates, diagnosis codes, and details of prescriptions and treatments, as well as personal information such as birth year, sex, residential address, and household insurance premiums. To objectively evaluate the district-level health status before and after the factory fire, we obtained access to the entire hospital usage information of all Daejeon residents registered with NHID for the years 2022–2023 through collaboration with the National Health Insurance Service (NHIS) of Korea.

The number of residents maintaining health insurance eligibility for each district of Daejeon in year 2023 is summarized in Table S2. Previous work has demonstrated that nearly 100% of the actual population is covered by NHIS.³⁰ The number of residents (n) with health insurance eligibility in the three exposed districts were as follows: Moksang 6,682; Deogam 13,596; and Seokbong 16,414.

Based on previous studies,^{8,9,15,17} four disease categories—*a*) respiratory disease, *b*) psychological disease, *c*) dermatological disease, and *d*) disease of eye, ear, and vertiginous syndrome—that might be related to acute tire fire smoke and urban fire disaster exposure, were evaluated using the primary diagnosis information of each hospital visit. The diseases and their *International Classification of Diseases, 10th Revision* (ICD-10) codes³¹ are as follows: for respiratory disease, acute upper respiratory infections (codes J00–J06), influenza and pneumonia (codes J09–J18), other acute lower respiratory infections (codes J20–J22), other diseases of upper respiratory tract (codes J30–J39), chronic lower respiratory diseases (codes J40–J47), lung diseases due to external agents (codes J60–J70), other respiratory diseases principally affecting the interstitium (codes J80–J84), other diseases of pleura (codes J90–J94), and other diseases of the respiratory system (codes J95–J99); for psychological disease, mood disorders (codes F30–F39), neurotic, stress-related and somatoform disorders (codes F40–F48), and behavioral syndromes associated with physiological disturbances and physical factors (codes F50–F59); for dermatological disease, infections of the skin and subcutaneous tissue (codes L00–L08), dermatitis and eczema (codes L20–L30), papulosquamous disorders (codes L40–L45), and urticaria and erythema (codes L50–L59); for disease of eye, ear, and vertiginous syndrome, disorders of eyelid, lacrimal system and orbit (codes H00–H06), diseases of middle ear and mastoid (codes H65–H75), diseases of inner ear (codes H80–H83), and episodic and paroxysmal disorders (codes G40–G47).

For the negative control analyses, four specific disease outcomes [intestinal infectious diseases (codes A00–A09); diseases of external ear (codes H60–H62); diseases of esophagus, stomach, and duodenum (codes K20–K31); and injuries to the wrist and hand (codes S60–S69)] that might be irrelevant to tire fire smoke exposure were selected with expectation of null results.

The term “incidence case” in this study was used to define new onsets of disease that had not been diagnosed in an individual for a year before the factory fire. From the NHID, we initially extracted all hospital visits of Daejeon residents diagnosed with the above disease categories from January 2022 to March 2023 by using the primary diagnostic code (total 9,246,119 hospital visits extracted). Extracting all hospital visits results in data for multiple visits from the same individual for the same disease.

To determine the “incident case,” we subsequently identified the date of the first hospital visit for each individual and disease category (which is unique for each individual and disease category). Given that our study period spanned from January to March 2023, if an individual's first visit with a specific disease diagnosis occurred between January and March 2023, it confirmed that the individual was not diagnosed with that disease for at least 1 y prior to the study period.

For example, if a person's initial hospital visit for “other diseases of the upper respiratory tract” (J30–J39) was observed on 13 March 2023, this indicates that the person had not visited the hospital for that specific disease from 1 January 2022 to 12 March 2023. This definition of disease incidence has been widely used in epidemiological studies based on the National Health Insurance data of Korea.^{21,22,32} Daily times-series of incidence cases of Dajeon for each disease category was generated based on the incidence counts. This study was exempt from review by the institutional review board of Chungnam National University (IRB no. 202307-SB-096-01) because it used de-identified secondary data from the NHIS.

Statistical Analysis

In this study, we used the flexible and data-adaptive generalized synthetic control (GSC) method to estimate the excess air

pollution exposure and disease incidence of residents in the fire plume-exposed districts (treated).³³ The daily disease incidence counts among the residents of the three fire plume-exposed districts was compared with that of those in the other 79 districts in the analysis.

Because the fire occurred late at night, the first day of treatment was defined as 13 March 2023, and the study period was divided into pretreatment (1 January–12 March 2023: 71 d) and posttreatment (13–22 March 2023: 10 d, 3 d of active fire plus 1 wk after the fire was extinguished) periods. The time point of 1 wk after the fire extinguishment was selected based on the air pollution monitoring results, which showed that the elevation in the levels of air pollutants lasted for a week after the fire was extinguished (Figure S4). The pretreatment period of 71 d was assumed to capture the disease incidence trends before the factory fire.

The GSC model and analysis steps used in this study can be summarized as follows:

$$Y_{it} = \delta_{it}D_{it} + \lambda_i f_i + \epsilon_{it},$$

where Y_{it} refers to daily disease incidence counts for district i at date t ; D_{it} represents treatment (if district i is exposed district and date t is within posttreatment period; D_{it} equals 1, otherwise it equals 0); f_i represents the vector of unobserved latent factor (time-varying district-level parameter); λ_i represents the factor loading of f_i ; and ϵ_{it} represents the idiosyncratic error. The treatment effect (fire plume exposure) for district i at date t , can be simplified as the difference between Y_{it}^1 (when $D_{it}=1$) and Y_{it}^0 (when $D_{it}=0$), which is represented by δ_{it} . Although, Y_{it}^0 cannot be observed for exposed district i for the posttreatment period, it can be estimated using a synthetic control.

By using time-series data of disease incidence cases for 79 control districts, the interactive fixed effect model estimates f_i with the assumption that f_i will be identical across fire plume-exposed and control districts. λ_i is estimated to minimize the difference between the mean squared prediction error for the pretreatment period for fire plume-exposed district i . Based on the estimated parameters, a synthetic control, $\hat{Y}_{it}^0$, is estimated.^{25,34} If disease incidence counts for fire plume-exposed district i and synthetic control are comparable for the pretreatment period, synthetic control could be a good approximation of Y_{it}^0 for the posttreatment period.

We obtained the δ_{it} for each of the three fire plume-exposed districts ($Y_{it}^1 - Y_{it}^0$) and estimated the average cumulative treatment effect $\left(\left(\sum_{i=1}^3 \left(\sum_{t=t_1}^{t_2} \delta_{it} \right) \right) / 3 \right)$ from the initial fire to extinction (t_1 : 13 March 2023, t_2 : 15 March 2023) and from the initial fire to 1 wk after extinction (t_1 : 13 March 2023, t_2 : 22 March 2023). Parametric bootstrapping ($n=1,000$) was used to estimate 95% confidence intervals (CIs). The GSC analyses were implemented by using the R software package “gsynth”, and the “Cumeff” function was used to estimate the cumulative treatment effect.³⁵ We also computed the average percentage changes in disease incidence counts for treated districts during the 10 d following the fire. This was calculated by dividing the average cumulative treatment effect observed in exposed districts after the factory fire by the observed average cumulative disease incidence counts in those treated districts during the 10 d preceding the fire.

To estimate excess air pollution, the monitored level at Station 1 (Munpyeong Station) was used as the surrogate exposure level to represent the level of air pollution experienced by the residents in the fire plume-exposed districts (Figure 1). The remaining 10 fixed stations in Daejeon were used as controls and the GSC method was applied. We calculated the percentage changes in air pollution levels by comparing the cumulative treatment effect monitored at Station 1 during the 10 d following the

factory fire with the observed cumulative daily air pollution levels recorded in the 10 d preceding the fire.

The following sensitivity analyses were conducted. First, we conducted stratification analysis for different age groups (0–14, 15–64, and ≥ 65 y). Second, we applied different definitions of exposed districts by including 12 districts in Dae-deok municipality (Figure S1). Third, we applied different definitions of the pretreatment period by considering a period of 40 d before the fire event (from 1 February to 12 March 2023). Fourth, instead of using disease incidence counts, we used counts of the total number of hospital visits for each disease category. Fifth, to evaluate the chronic effect of smoke exposure, we conducted long-term analyses using different definitions of posttreatment periods (30, 60, 90, and 120 d from 13 March 2023). Finally, we selected the time point of 1 y before the fire event and ran an identical analysis as a negative control, with the expectation of null results. SAS (version 9.4; SAS Institute, Inc.) was used to analyze the NHID data, and R software (version 4.2.1; R Development Core Team) was used to apply the GSC method. Map figures were drawn using QGIS software (version 3.28; QGIS Development Team).

Results

Table S3 shows the observed changes in average daily air pollution levels at Station 1 and control stations (other stations in daejeon) 10 d before and after the factory fire. Compared with the period before the fire, Station 1 showed smaller decreases in PM_{2.5} (−5.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) and NO₂ (−2.0 ppb) after the fire accident when compared with other stations (controls: −11.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ changes for PM_{2.5}; −5.0 ppb changes for NO₂). There were increases in PM₁₀ (2.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), SO₂ (3.4 ppb), and CO (0.02 ppm) at Station 1 after the fire, whereas other stations showed decreases in these pollutant levels (controls: −12.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ for PM₁₀, 0.1 ppb for SO₂, and −0.05 ppm for CO).

Figure 2 shows the daily air pollution monitoring trends at Station 1 and the synthetic control generated based on the other 10 monitoring stations within Daejeon. Comparable patterns in monitored air pollutant levels between Station 1 and the synthetic control were observed before the fire, whereas there was an increase in air pollution at Station 1 during and a week after the fire. Table 1 presents the estimated excess air pollution exposure at Station 1. During and a week after the fire, additional exposure to 125.2 (95% CI: 44.9, 156.7) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ of PM₁₀, 50.4 (95% CI: 12.7, 99.8) ppb of NO₂, 32.0 (95% CI: 21.0, 35.9) ppb of SO₂, and 0.5 (95% CI: 0.1, 1.2) ppm of CO was estimated at Station 1, representing 18.1%, 19.1%, 135.6%, and 13.2% increases in PM₁₀, NO₂, SO₂, and CO exposure, respectively, compared with that in the 10 d before the fire. During the 3 d while the fire was burning, additional exposure to 29.8 (95% CI: 21.0, 37.4) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ of PM_{2.5} was estimated for the Station 1.

Table S4 shows the disease incidence counts in exposed and control districts during the 10 d before and after the start of the fire. The change in disease incidence counts between the two 10-d periods was similar for both exposed and control districts for all disease categories except for lung diseases due to external agents (a 0.2-person increase was observed in exposed districts compared with no change in control districts).

Table 2 and Figure 3 and Figure S5 show the estimated excess disease incidence counts among residents living in the exposed districts when compared with synthetic controls. During the fire period, an average increase of incidence counts for other diseases of the upper respiratory tract (codes J30–J39) [11.7 persons (95% CI: 4.5, 21.0)], lung disease due to external agents (codes J60–J70) [1.9 persons (95% CI: 1.6, 2.4)], and other diseases of the respiratory system (codes J95–J99) [1.8 persons (95% CI: 0.8, 2.7)] was observed in each exposed district. From the initial fire to 1

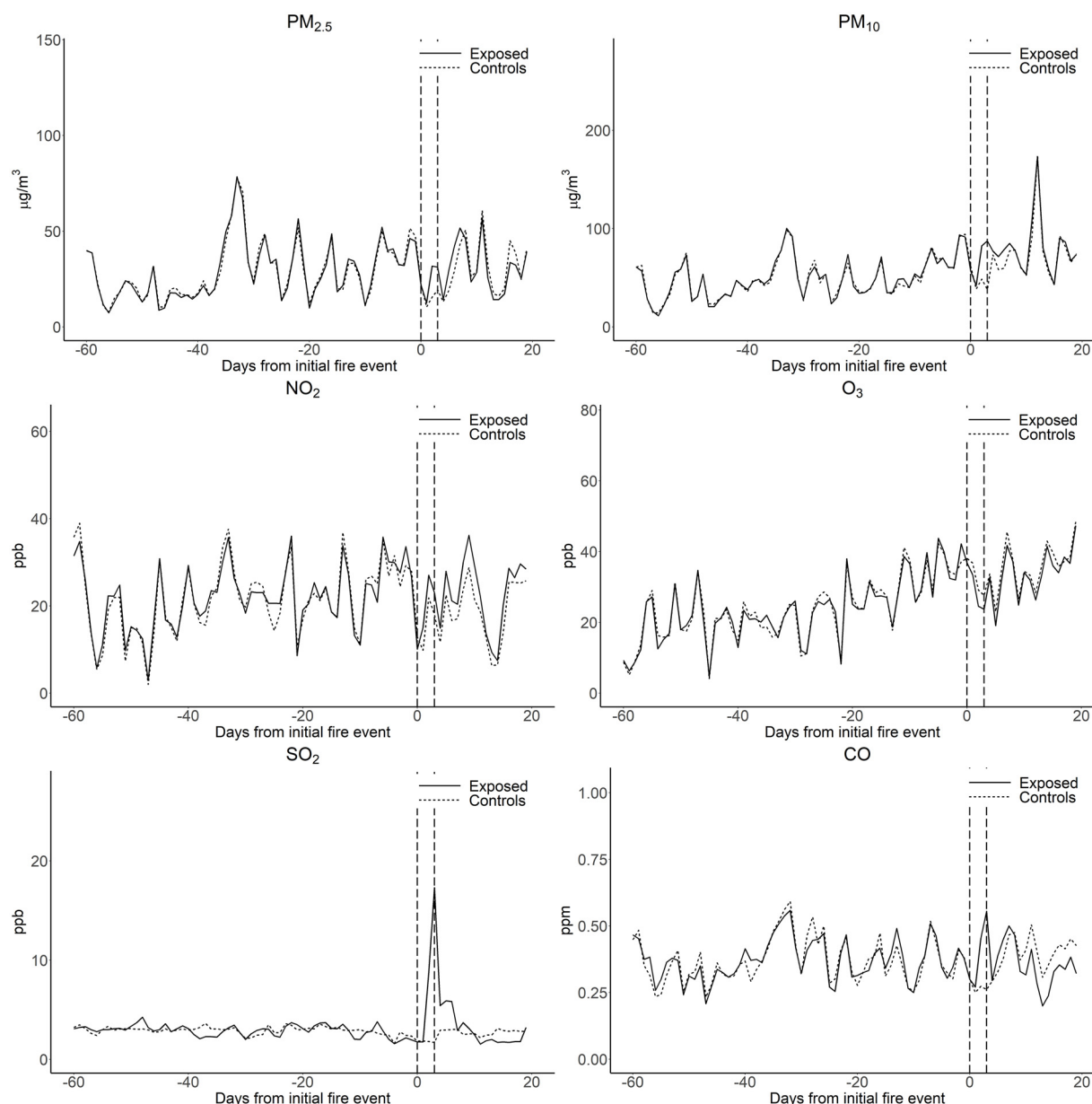


Figure 2. Daily air pollution levels [particulate matter with aerodynamic diameters of ≤ 10 (PM_{10}) and $2.5 \mu m$ ($PM_{2.5}$), nitrogen dioxide (NO_2), ozone (O_3), sulfur dioxide (SO_2), and carbon monoxide (CO)] monitored at Station 1 and estimated as synthetic control values before and after the tire factory fire (-60 to 20 d from the fire). The solid line represents the monitored values at Station 1, and the dotted line represents the estimated synthetic control values. The dotted vertical lines represent the duration of the tire factory fire (0 – 2 d from the fire). Summary data can be found in [Tables 1](#) and [S3](#).

Table 1. Monitored (A: -10 to -1 d from the factory fire) and estimated excess changes (B: 0 – 2 d of active fire, and C: 0 – 2 d of active fire plus 1 wk after the fire extinction) in air pollution levels [particulate matter with aerodynamic diameters of ≤ 10 (PM_{10}) and $2.5 \mu m$ ($PM_{2.5}$), nitrogen dioxide (NO_2), ozone (O_3), sulfur dioxide (SO_2), and carbon monoxide (CO)] at Station 1.

Pollutants	A: Monitored cumulative pollutant levels at Station 1 before factory fire (-10 to -1 d)	B: Estimated cumulative changes in air pollutant levels at Station 1 (0 – 2 d)	C: Estimated cumulative changes in air pollutant levels at Station 1 (0 – 9 d)	Percentage changes in air pollutant levels ($C/A \times 100$)
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	370.0	29.8 (21.0, 37.4)	54.9 (–27.5, 99.5)	14.8 (–7.4, 26.9)
PM_{10} ($\mu g/m^3$)	691.7	81.5 (62.9, 94.9)	125.2 (44.9, 156.7)	18.1 (6.5, 22.7)
NO_2 (ppb)	264.3	12.6 (5.1, 34.6)	50.4 (12.7, 99.8)	19.1 (4.8, 37.8)
O_3 (ppb)	348.7	–13.2 (–26.6, 0.8)	–27.4 (–56.8, –2.6)	–7.9 (–16.3, –0.7)
SO_2 (ppb)	23.6	22.3 (17.1, 24.2)	32.0 (21.0, 35.9)	135.6 (89.0, 152.1)
CO (ppm)	3.8	0.5 (0.3, 0.7)	0.5 (0.1, 1.2)	13.2 (2.6, 31.6)

Note: The estimated excess changes describe the difference between the daily air pollution levels monitored at Station 1 and the synthetic control values. Cumulative values (95% CIs) are shown here for each period. The daily temporal air pollution patterns measured at Station 1 and synthetic control are presented in [Figure 2](#). CI, confidence interval.

Table 2. Observed (A: –10 to –1 d from the factory fire) and estimated excess changes (95% CIs) (B: 0–2 d of active fire, and C: 0–2 d of active fire plus 1 wk after the fire extinction) in disease incidence counts (*n*) for residents of the three exposed districts [persons (*n*): Moksang district 6,682; Deogam district: 13,596; Seokbong district: 16,414].

Disease categories	ICD-codes	A: Average disease incidence counts (<i>n</i>) in exposed districts (–10 to –1 d)	B: Average excess change in incidence counts (<i>n</i>) in exposed districts (0–2 d)	C: Average excess change in incidence counts (<i>n</i>) in exposed districts (0–9 d)	Average percentage changes in disease incidence counts in exposed districts (C/A × 100)
Respiratory disease					
Acute upper respiratory infections	J00–J06	71.0	0.1 (–10.9, 11.5)	21.2 (–2.5, 42.9)	29.9 (–3.5, 60.4)
Influenza and pneumonia	J09–J18	4.7	–2.3 (–7.6, 9.5)	–3.7 (–16.3, 99.9)	–78.7 (–346.8, 423.4)
Other acute lower respiratory infections	J20–J22	76.0	4.6 (–3.9, 15.0)	–3.3 (–16.7, 21.7)	–4.3 (–22.0, 28.6)
Other diseases of upper respiratory tract	J30–J39	58.0	11.7 (4.5, 21.0)	20.6 (6.2, 37.4)	35.5 (10.7, 64.5)
Chronic lower respiratory diseases	J40–J47	8.3	–1.5 (–4.8, 1.9)	–4.1 (–11.5, 3.9)	–49.4 (–138.6, 47.0)
Lung diseases due to external agents	J60–J70	0.3	1.9 (1.6, 2.4)	2.5 (2.1, 3.3)	833.3 (700.0, 1,100.0)
Other respiratory diseases principally affecting the interstitium	J80–J84	0.0	–0.2 (–0.6, 0.5)	–0.2 (–0.9, 0.6)	—
Other diseases of pleura	J90–J94	0.0	–0.1 (–0.4, 0.4)	–0.2 (–0.8, 0.6)	—
Other diseases of the respiratory system	J95–J99	1.7	1.8 (0.8, 2.7)	2.3 (0.2, 4.2)	135.3 (11.8, 247.1)
Psychological disease					
Mood disorders	F30–F39	3.0	1.3 (–0.7, 3.2)	–0.4 (–4.0, 3.0)	–13.3 (–133.3, 100.0)
Neurotic, stress-related, and somatoform disorders	F40–F48	5.3	–0.7 (–2.9, 1.9)	–1.1 (–5.0, 2.9)	–20.8 (–94.3, 54.7)
Behavioral syndromes associated with physiological disturbances	F50–F59	2.0	–1.0 (–2.2, 0.7)	0.2 (–2.0, 3.0)	10.0 (–100.0, 150.0)
Dermatological disease					
Infections of the skin and subcutaneous tissue	L00–L08	14.0	0.8 (–3.3, 5.2)	2.3 (–4.0, 8.8)	16.4 (–28.6, 62.9)
Dermatitis and eczema	L20–L30	33.3	1.4 (–2.5, 6.0)	–1.3 (–10.3, 6.8)	–3.9 (–30.9, 20.4)
Papulosquamous disorders	L40–L45	0.3	–0.2 (–1.0, 0.9)	1.0 (–0.5, 2.7)	333.3 (–166.7, 900.0)
Urticaria and erythema	L50–L54	14.0	–1.1 (–4.7, 1.5)	5.9 (–0.6, 11.2)	42.1 (–4.3, 80.0)
Disease of eye, ear, and vertiginous syndrome					
Disorders of eyelid, lacrimal system and orbit	H00–H06	18.7	–0.3 (–5.2, 4.3)	–1.2 (–11.2, 7.2)	–6.4 (–59.9, 38.5)
Diseases of middle ear and mastoid	H65–H75	9.7	–1.9 (–5.6, 1.7)	–3.4 (–11.1, 3.9)	–35.1 (–114.4, 40.2)
Diseases of inner ear	H80–H83	8.3	–1.7 (–3.7, 0.9)	–0.9 (–5.0, 3.6)	–10.8 (–60.2, 43.4)
Episodic and paroxysmal disorders	G40–G47	12.7	3.1 (0.5, 5.7)	8.5 (3.7, 13.4)	66.9 (29.1, 105.5)
Disease for negative control analysis					
Intestinal infectious diseases	A00–A09	27.3	1.7 (–2.8, 7.0)	1.9 (–7.2, 13.5)	7.0 (–26.4, 49.5)
Diseases of external ear	H60–H62	9.3	–1.0 (–4.5, 2.7)	–0.3 (–5.3, 5.4)	–3.2 (–57, 58.1)
Diseases of esophagus, stomach, and duodenum	K20–K31	10.7	–0.2 (–2.4, 2.5)	1.0 (–3.2, 5.2)	9.3 (–29.9, 48.6)
Injuries to the wrist and hand	S60–S69	12.3	–1.3 (–5.0, 2.8)	–0.6 (–9.2, 7.5)	–4.9 (–74.8, 61.0)

Note: The estimated excess change was derived by first calculating the difference in the incidence counts of each exposed district and the corresponding synthetic control, then taking the average of the three values. All values are cumulative values (95% CIs) for each period. The average disease-specific incidence counts of exposed districts are visualized in Figure 3 and Figure S5. —, Not applicable; CI, confidence interval; ICD-10, *International Classification of Diseases, 10th Revision*.

wk after extinguishment, there was an average increase of 20.6 persons (95% CI: 6.2, 37.4) diagnosed with other diseases of the upper respiratory tract, 2.5 persons (95% CI: 2.1, 3.3) diagnosed with lung disease due to external agents, and 2.3 persons (95% CI: 0.2, 4.2) diagnosed with other diseases of the respiratory system in each exposed district. Incidence counts for these three categories, increased by 35.5%, 833.3%, 135.3%, respectively, when compared with the average incidence counts during the 10 d before the fire.

We did not detect changes in the incidence of psychological disorders, diseases of the eye and ear, and negative control outcomes. However, incidence counts of urticaria and erythema (codes L50–L54) [5.9 persons (95% CI: –0.6, 11.2)] and episodic and paroxysmal disorders (codes G40–G47) [8.5 persons (95% CI: 3.7, 13.4)] increased during and 1 wk after the fire in each exposed district (Table 2). Sensitivity analyses with different pretreatment period definitions (40 d) produced results similar to those of the main analysis (Table S5).

Age group-stratified analysis (Table S6) showed increases in disease incidence cases for lung disease due to external agents [1.9 persons (95% CI: 1.7, 2.3)], other diseases of the respiratory

system [1.6 persons (95% CI: 0.3, 3.1)], urticaria and erythema [4.8 persons (95% CI: 0.0, 9.5)], and episodic and paroxysmal disorder [7.6 persons (95% CI: 3.5, 11.4)] in residents 15–64 years of age living in each exposed district during the 10-d period after the onset of the fire event. Meanwhile, the younger age group (0–15 years of age) showed an increase in other diseases of upper respiratory tract [5.3 persons (95% CI: 2.3, 10.9)].

The analysis in which 12 districts of Dae-deok municipality were defined as exposed (Table S7) showed an increase in incidence cases of lung disease due to external agents [0.6 persons (95% CI: 0.3, 1.0)] and episodic and paroxysmal disorders [4.1 persons (95% CI: 1.3, 6.7)]. The analysis using counts of the total number of hospital visits (as opposed to disease incidence counts) showed an increase of 54.5 (95% CI: 19.4, 87.0) visits for other diseases of the upper respiratory tract, 3.2 (95% CI: 2.1, 4.2) visits for lung disease due to external agents, 3.0 (95% CI: 0.3, 6.1) visits for other disease of the respiratory system, and 13.5 (95% CI: 2.5, 25.3) visits for urticaria and erythema in each exposed district 10 d after the factory fire (Table S8). The sensitivity analysis in which a hypothetical fire event was set 1 y before the actual fire showed a null association, as expected (Table S9).

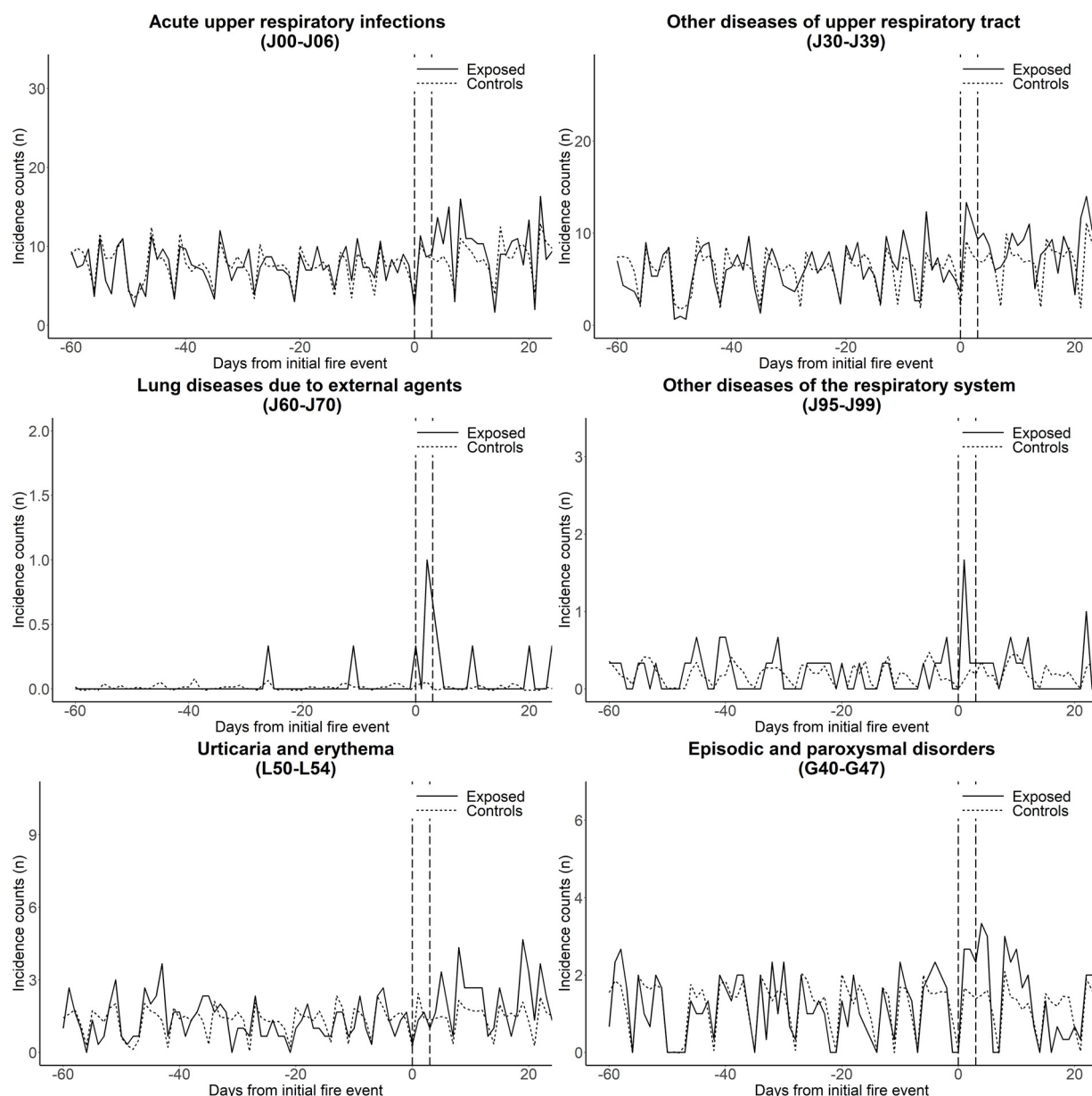


Figure 3. Average daily disease incidence counts in exposed districts [persons (*n*): Moksang district 6,682; Deogam district: 13,596; Seokbong district: 16,414] and synthetic controls before and after the tire factory fire (–60 to 20 d from the fire). The solid line represents exposed districts, and the dotted line represents the synthetic control. The dotted vertical lines represent the duration of the tire factory fire (0–2 d from the fire). The parentheses below the disease categories indicate the corresponding disease code. Summary data can be found in Table 2.

When the analysis was extended for 90 d after the initial factory fire, a prolonged increase in incidence cases was observed in residents of each exposed district for chronic lower respiratory disease [69.4 persons (95% CI: 11.5, 118.7)], lung disease due to external agents [3.0 persons (95% CI: 0.6, 5.6)], and urticaria and erythema [42.4 persons (95% CI: 12.5, 72.6)] (Table S10 and Figure S6).

Discussion

In this study, we found that residents of the three districts located close to the tire factory experienced excess air pollution exposure and disease incidence during and 1 wk after the factory fire. Compared with the other 10 monitoring stations in Daejeon, the air pollution monitoring station located 500 m from the factory measured an excess of 125.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ of PM_{10} , 50.4 ppb of NO_2 ,

and 32.0 ppb of SO_2 during and 1 wk after the tire factory fire. On average, in the three districts near the factory, there was a 20.6-person increase in the incidence of other diseases of the respiratory system, a 2.5-person increase in the incidence of lung disease due to external agents, a 2.3-person increase in the incidence of other diseases of the respiratory system, and an 8.5-person increase in the incidence of episodic and paroxysmal disorders during and 1 wk after the tire factory fire when compared with the incidences in the other districts of Daejeon.

Plumes generated from tire fires contain hazardous gaseous substances. The outdoor concentrations of $\text{PM}_{2.5}$, carbon oxides, sulfur oxides, EC, VOCs, and PAHs were significantly increased in air samples collected near an Iowa landfill tire fire in 2012.^{6,7} The concentrations of PAHs increased immediately after a major landfill tire fire in Spain in 2016 and were six times higher than those in the surrounding control regions.¹¹ Laboratory

experiments suggest that tire combustion produces 165 subtypes of PAHs and other aromatic compounds, such as benzene, toluene, ethylbenzene, styrene, and other heterocyclic compounds.¹ In addition, incomplete combustion and the collapse of construction materials may release other toxicants, such as asbestos, lead, and glass fibers.³⁶ Therefore, in addition to the increase in air pollutants observed in this study, there might have been an increase in release of other hazardous airborne chemicals related to tire fires during and after the Daejeon tire factory fire.

Epidemiological evidence regarding the impacts of tire fire smoke remains limited. The fire at a tire pile site in Westley, California, in 1999 lasted for 36 d and burned 5 million tires. On analyzing 86 calls from county nurses during the fire period, researchers found that the majority of complaints were regarding symptoms of headache; coughing; difficulty breathing; eye, nose, and throat irritation; wheezing; and nausea; and ~20% of calls were from patients with a history of asthma.⁸ In a residential address-based comparison, children exposed to the smoke from a tire cellar fire that occurred in Bogotá, Columbia, in 2014 showed symptoms of red eyes and stuffy nose.⁹ Fire plumes from 160,000 burning tires in Amberley, New Zealand, lasted for 7 d and caused a transient increase in exposure to airborne irritants, such as PM_{2.5} and SO₂, in individuals residing 1 km from the fire site.¹⁰ During the first 3 d after the fire, there were reports of difficulty breathing and throat irritation in residents.

It is well known that air pollution is associated with several respiratory diseases, including acute infections, asthma, chronic obstructive pulmonary disease, and lung cancer.³⁷ Short-term exposure to air pollution deteriorates respiratory defense mechanisms, including mechanical (tight junction of epithelial cells and fluid and mucous barrier) and immunological processes (innate immune response and antioxidant mechanisms).^{38,39} Similarly, the skin can be damaged by exposure to air pollution and organic compounds, such as PAHs. In addition to the direct damage from the chemicals, the increased secretion of sebum, oxidative stress, and release of pro-inflammatory cytokines after pollutant exposure can cause atopic dermatitis, inflammatory diseases, psoriasis, acne, and exacerbation of preexisting dermatological problems.⁴⁰

A series of epidemiological studies have reported that short-term exposure to various air pollutants is positively associated with hospital visits and symptom onset related to episodic and paroxysmal disorders, including epilepsy and migraine.^{41–43} This association may be explained by neurogenic inflammation and oxidative stress induced by air pollution exposure.⁴⁴ Therefore, the observed increase in the incidence of respiratory, skin, and neurological diseases during and after the tire factory fire in our study appears biologically plausible.

Several retrospective studies on urban fire disasters have analyzed hospital data. Medical records from two acute care hospitals located near the site of an 8-d long warehouse fire in California showed an increase in the incidence of lower respiratory diseases (asthma, bronchitis, and pneumonia) during the fire.¹⁵ Based on medical records from a single pediatric emergency department, there was an increase in asthma hospital visits and admissions after a 10 h scrapyard fire in Philadelphia.¹⁴ However, previous studies relied on temporal comparisons, and proper controls were not used. In addition, only a subset of medical hospitals in the fire plume-exposed regions was involved.

Our study used district-level hospital-use information coupled with state-of-the-art synthetic control methods to assess the effects of the factory fire on disease development. This was made possible by Korea's universal health insurance system, which records individual medical usage data and detailed residential information.²³ The random nature of a disaster provides a unique opportunity to study a fire as a natural experiment. The use of

synthetic control methods makes both temporal and location-based comparison available.³³ Additional evaluation of the dose-response relationship and replication of the association with independent events might increase the possibility of a causal interpretation of our study findings.²¹

There have been several environmental shocks, such as industrial accidents (as in this manuscript) or natural hazards (e.g., wildfires, extreme heat), that can be analyzed as natural experiments. Considering such events as natural experiments is possible if we can demonstrate that the timing of the event is independent from the trends in the health outcomes of interest, which is a reasonable assumption for such unexpected or sudden accidents. We can then capitalize on the timing of such natural experiments and use dedicated quasi-experimental methods to assess the effects of such events on health outcomes of interest and deal with several unmeasured confounders by design.⁴⁵

Different quasi-experimental methods that can be employed to capitalize on the timing of such natural experiments have been proposed and can be seen as extensions of difference-in-differences methods when control groups are available.²⁶ In a recent paper with Nianogo et al.,²⁵ we showed that data-adaptive methods such as the generalized synthetic control method outperform canonical difference-in-differences and synthetic control methods in considering complex time trends and minimizing the difference between the treated units (i.e., affected by the natural experiment, the factory fire accident) and estimated synthetic control group that approximates the counterfactual trend (i.e., in the absence of the event of interest). Briefly, the generalized synthetic control method uses time-series data (for the outcome, lagged outcomes and potential time-varying confounders) for the treated unit (or multiple units if multiple units are considered) and control units separately to understand the time-varying relationship between latent factors and outcomes of interest.³³ Then, a weighting procedure is applied to build a synthetic control time series that mimics the trends of the outcome before the occurrence of the event/natural experiment of interest to represent the best approximation of the counterfactual trend.³³ This approach can also be seen as an extension of a two-way fixed effects model where time-invariant unobserved confounders are also considered.²⁶ In a recent paper by Sheridan et al.,²⁶ we showed how such an approach can be particularly suitable for environmental epidemiological applications and provided a detailed explanation of the implementation of this method and reproducible syntax.

Following the tire factory incident in Daejeon, 10 dust absorption vehicles owned by the city and 4 road-cleaning vehicles from the Dae-deok municipality were deployed to remove airborne dust. The city's Department of Education assisted 17 schools near the incident site by performing hazard assessments of school fields, evaluating indoor air quality, supplying funds for the replacement of air purifier filters, and cleaning the affected schools. However, to the best of our knowledge, structured response protocols for massive urban fire disasters and research guides for residents of affected communities are not available in Korea.

Disasters may affect physiological and psychological well-being and cause property damage and displacement of inhabitants.^{46–49} Under expected climate change scenarios, an increased number of industrial fire disasters are expected.^{13,50} Therefore, a proper management plan for public response to a fire should be proactively developed. If possible, the plan should be tailored to manage specific types of disasters (wildfires, urban fires, and natural disasters) and should take into consideration the emergency response capability of the region.

This study has several limitations that we would like to acknowledge. First, exposure misclassification may have occurred

when defining fire plume “affected” and “control” districts. The distribution of fire smoke is affected by firefighting activities and meteorological conditions, including temperature, wind direction, and dilution and emission rates.⁷ Although we considered satellite images and wind directions around the factory during the fire period, detailed environmental exposure and meteorological assessments were not available, similar to previous disaster studies.¹³ However, performing a sensitivity analysis using different definitions of “exposed” districts did not change the study results.

Second, only a limited number of air pollutants were evaluated, given that we were restricted to pollutants that are routinely monitored. Previous industrial fire disasters and tire fires not only increased the levels of conventional air pollutants but also those of organic and inorganic pollutants, including PAHs, VOCs, and heavy metals, which were not measured in this study.^{51–53} In addition, tire factory plumes may affect not only air pollution levels but also the surrounding water and soil quality.⁵³ Therefore, in line with the first limitation, a prompt high-quality environmental assessment of the surrounding environment during and after a fire disaster is required to estimate the overall environmental burden and to explicitly define exposed individuals.¹³ As in previous disaster studies,¹³ accurate estimation of personal environmental exposure was not available in this study. The air pollution levels in the exposed district were estimated solely from the monitoring results of a fixed station (Station 1) located 500 m from the factory. In addition, an increased number of hourly observations for particulate matter at Station 1 were missing in the hours following the fire incident (Table S1 and Figure S4). Although it is reasonable to assume that the missing values in the monitoring results may be due to the extremely high concentration of pollutants after the fire event, detailed reasons for the missing observations were not provided by the Ministry of Environment. Furthermore, residents living near the factory presumably changed their daily routines (e.g., spending more time indoors and increasing the use of masks or air purifiers with high-efficiency particulate air filters) to minimize their exposure to the fire plumes. However, such changes cannot be confirmed without detailed assessment of personal activity patterns.

Third, because this study was based on hospital visit data, minor symptoms and complaints occurring outside of the hospital setting were neglected.¹⁵ Therefore, this study may underestimate the true health-related impact of the tire fire incident.

Fourth, this study did not evaluate the population susceptible to tire fire smoke. This study aimed to outline the overall disease burden resulting from the tire factory event. Owing to the small populations and disease incidence counts available for district-level comparisons, it was not possible to perform further stratified analyses.

Conclusion

Despite the frequency of landfill tire fire accidents and abundance of exposure assessment studies, few studies have reported on the public health impact of tire fire smoke. We studied a major fire event that occurred in a tire manufacturing factory in Daejeon, Korea, on 12 March 2023 and lasted for 3 d, used state-of-art quasi-experimental methods capitalizing on the timing of the fire, and considered multiple disease categories. Tire fire plumes may contain toxic pollutants that affect the health of individuals residing near factories. The residents in tire factory fire plume-exposed districts show increased development of respiratory, skin, and neurological disorders. Proper management plans for public response to urban fire disasters and for epidemiological assessment of affected residents after such disasters are needed.

Acknowledgments

We thank Nara Space Technology for processing the satellite images for this study.

This study was supported by a National Research Foundation of Korea grant funded by the Korea government (Ministry of Science and ICT) (RS-2023-00210534) to C.H.

This study used the customized database of the National Health Insurance Service (NHIS) for policy and academic research. The aim and conclusion of this study are irrelevant to the NHIS, Republic of Korea. The research number of this study is NHIS-2023-1-632.

References

- Wang Z, Li K, Lambert P, Yang C. 2007. Identification, characterization and quantitation of pyrogenic polycyclic aromatic hydrocarbons and other organic compounds in tire fire products. *J Chromatogr A* 1139(1):14–26, PMID: 17112533, <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.10.085>.
- Reisman JI. 1997. *Air Emissions from Scrap Tire Combustion*. EPA/600/R-97/115 (NTIS PB98-111701). Washington, DC: US Environmental Protection Agency. https://www3.epa.gov/ttn/catc1/dir1/tire_eng.pdf [accessed 15 August 2023].
- Lemieux PM, Ryan JV. 1993. Characterization of air pollutants emitted from a simulated scrap tire fire. *Air Waste* 43(8):1106–1115, <https://doi.org/10.1080/1073161X.1993.10467189>.
- Raudonytė-Svirbutavičienė E, Stakėnienė R, Jokšas K, Valiulis D, Byčėnienė S, Žarkov A. 2022. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metals in soil following a large tire fire incident: a case study. *Chemosphere* 286(pt 1):131556, PMID: 34311403, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131556>.
- Nadal M, Rovira J, Díaz-Ferrero J, Schuhmacher M, Domingo JL. 2016. Human exposure to environmental pollutants after a tire landfill fire in Spain: health risks. *Environ Int* 97:37–44, PMID: 2771564, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.016>.
- Downard J, Singh A, Bullard R, Jayaratne T, Rathnayake C, Simmons DL, et al. 2015. Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill - part 1: characterization of gaseous and particulate emissions. *Atmos Environ* (1994) 104:195–204, PMID: 25663800, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.12.059>.
- Singh A, Spak SN, Stone EA, Downard J, Bullard R, Pooley M, et al. 2015. Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill - part 2: population exposure, public health response, and an air quality index for urban fires. *Atmos Environ* (1994) 104:273–283, PMID: 25624787, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.002>.
- California Environmental Protection Agency. 2002. *Report to the Legislature, Tire Fire Smoke: Major Constituents and Potential for Public Health Impacts*. Sacramento, CA: California Office of Environmental Health Hazard Assessment.
- Muñoz DM, Abella JJ, Montaña M, Miranda I, Sarmiento R, Osorio S. 2016. Respiratory symptoms in childhood associated to a tire fire in Bogotá D. C. 2014. ISEE Conference Abstracts 2016(1):P3-281, <https://doi.org/10.1289/isee.2016.4048>.
- Institute of Environmental Science and Research. 2023. *Health Risk Assessment: 2021 Amberley Tyre Fire*. Kenepuru, Porirua, New Zealand: Institute of Environmental Science and Research. <https://www.ecan.govt.nz/get-involved/news-and-events/2018/amberley-tyre-fire-clean-up-progress/> [accessed 15 August 2023].
- Rovira J, Domínguez-Morueco N, Nadal M, Schuhmacher M, Domingo JL. 2018. Temporal trend in the levels of polycyclic aromatic hydrocarbons emitted in a big tire landfill fire in Spain: risk assessment for human health. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng* 53(3):222–229, PMID: 29111871, <https://doi.org/10.1080/10934529.2017.1387023>.
- Sidhu KS, Keeslar FL, Warner PO. 2006. Potential health risks related to tire fire smoke. *Toxicology Int* 13(1):1–17.
- Volckens J, Haynes EN, Croissant SP, Cui Y, Errett NA, Henry HF, et al. 2023. Health research in the wake of disasters: challenges and opportunities for sensor science. *Environ Health Perspect* 131(6):065002, PMID: 37389972, <https://doi.org/10.1289/EHP12270>.
- Li JC, Casher D. 2020. The impact of an urban scrapyards fire on respiratory-related pediatric emergency department visits. *J Occup Environ Med* 62(9):764–770, PMID: 32890216, <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001972>.
- Lipsett M, Waller K, Shusterman D, Thollaug S, Brunner W. 1994. The respiratory health impact of a large urban fire. *Am J Public Health* 84(3):434–438, PMID: 8129061, <https://doi.org/10.2105/ajph.84.3.434>.
- van Kamp I, van der Velden PG, Stellato RK, Roorda J, van Loon J, Kleber RJ, et al. 2006. Physical and mental health shortly after a disaster: first results from the Enschede fireworks disaster study. *Eur J Public Health* 16(3):253–259, PMID: 16157614, <https://doi.org/10.1093/eurpub/cki188>.
- An Han H, Han I, McCurdy S, Whitworth K, Delclos G, Rammah A, et al. 2020. The Intercontinental Terminals chemical fire study: a rapid response to an industrial

- disaster to address resident concerns in Deer Park, Texas. *Int J Environ Res Public Health* 17(3):986, PMID: 32033278, <https://doi.org/10.3390/ijerph17030986>.
18. Miller A, Yeskey K, Garantziotis S, Arnesen S, Bennett A, O'Fallon L, et al. 2016. Integrating health research into disaster response: the new NIH disaster research response program. *Int J Environ Res Public Health* 13(7):676, PMID: 27384574, <https://doi.org/10.3390/ijerph13070676>.
 19. Wertis L, Runkle JD, Sugg MM, Singh D. 2023. Examining Hurricane Ida's impact on mental health: results from a quasi-experimental analysis. *Geohealth* 7(2): e2022GH000707, PMID: 36776989, <https://doi.org/10.1029/2022GH000707>.
 20. Schwarz L, Aguilera R, Aguilar-Dodier LC, Castillo Quiñones JE, García MEA, Benmarhnia T. 2023. Wildfire smoke knows no borders: differential vulnerability to smoke effects on cardio-respiratory health in the San Diego-Tijuana region. *PLOS Glob Public Health* 3(6):e0001886, PMID: 37347761, <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0001886>.
 21. Han C. 2022. Induced seismicity and acute development of anxiety and stress-related mental disorders: findings from the 2017 Pohang earthquake. *Environ Health Perspect* 130(6):067701, PMID: 35737513, <https://doi.org/10.1289/EHP10670>.
 22. Han C. 2023. Seismic activity and development of mood disorders: findings from the 2016 Kyungju earthquake. *Sci Total Environ* 867:161328, PMID: 36603645, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161328>.
 23. Cheol Seong S, Kim Y-Y, Khang Y-H, Heon Park J, Kang H-J, Lee H, et al. 2016. Data resource profile: the National Health Information Database of the National Health Insurance Service in South Korea. *Int J Epidemiol* 46(3):799–800, PMID: 27794523, <https://doi.org/10.1093/ije/dyw253>.
 24. Basu S, Meghani A, Siddiqi A. 2017. Evaluating the health impact of large-scale public policy changes: classical and novel approaches. *Annu Rev Public Health* 38:351–370, PMID: 28384086, <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044208>.
 25. Nianogo RA, Benmarhnia T, O'Neill S. 2023. A comparison of quasi-experimental methods with data before and after an intervention: an introduction for epidemiologists and a simulation study. *Int J Epidemiol* 52(5):1522–1533, PMID: 37023467, <https://doi.org/10.1093/ije/dyad032>.
 26. Sheridan P, McElroy S, Casey J, Benmarhnia T. 2022. Using the generalized synthetic control method to estimate the impact of extreme weather events on population health. *Epidemiology* 33(6):788–796, PMID: 36166207, <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000001539>.
 27. Yang M, Ahn J, Shin D. 2018. A 3D simulation of river basin boundary based on the change of water-level using open government data in South Korea. *Spat Inf Res* 26(2):175–185, <https://doi.org/10.1007/s41324-017-0162-y>.
 28. National Institute of Environmental Research. 2022. *Annual Report of Air Quality in Korea, 2022*. Sejong City, Korea: Korea Ministry of Environment. <https://library.me.go.kr/#/search/detail/5907379> [accessed 20 September 2023].
 29. Lee D-W, Han C-W, Hong Y-C, Oh J-M, Bae H-J, Kim S, et al. 2021. Short-term exposure to air pollution and hospital admission for heart failure among older adults in metropolitan cities: a time-series study. *Int Arch Occup Environ Health* 94(7):1605–1615, PMID: 34089350, <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01724-9>.
 30. Bahk J, Kim Y-Y, Kang H-Y, Lee J, Kim I, Lee J, et al. 2017. Using the National Health Information Database of the National Health Insurance Service in Korea for monitoring mortality and life expectancy at national and local levels. *J Korean Med Sci* 32(11):1764–1770, PMID: 28960027, <https://doi.org/10.3346/jkms.2017.32.11.1764>.
 31. WHO. 2019. ICD-10 Version:2019. <https://icd.who.int/browse10/2019/en#!> [accessed 15 August 2023].
 32. Han C, Oh J, Lee D-W, Kim S, Bae H-J, Jang Y, et al. 2021. Particulate air pollution and survival after stroke in older adults: a retrospective cohort study in Korea. *Environ Res* 197:111139, PMID: 33848554, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111139>.
 33. Xu Y. 2017. Generalized synthetic control method: causal inference with interactive fixed effects models. *Polit Anal* 25(1):57–76, <https://doi.org/10.1017/pan.2016.2>.
 34. Nianogo RA, Zhao F, Li S, Nishi A, Basu S. 2024. Medicaid expansion and racial-ethnic and sex disparities in cardiovascular diseases over 6 years: a generalized synthetic control approach. *Epidemiology* 35(2):263–272, PMID: 38290145, <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000001691>.
 35. Xu Y, Liu L, Xu MY. 2021. Package 'gsynth'. <https://cran.r-project.org/web/packages/gsynth/> [accessed 15 August 2023].
 36. Lioy PJ, Weisel CP, Millette JR, Eisenreich S, Vallero D, Offenberger J, et al. 2002. Characterization of the dust/smoke aerosol that settled east of the World Trade Center (WTC) in lower Manhattan after the collapse of the WTC 11 September 2001. *Environ Health Perspect* 110(7):703–714, PMID: 12117648, <https://doi.org/10.1289/ehp.02110703>.
 37. WHO (World Health Organization). 2021. *WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide*. Geneva, Switzerland: World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf> [accessed 15 August 2023].
 38. Thurston GD, Balmes JR, Garcia E, Gilliland FD, Rice MB, Schikowski T, et al. 2020. Outdoor air pollution and new-onset airway disease. An official American Thoracic Society Workshop report. *Ann Am Thorac Soc* 17(4):387–398, PMID: 32233861, <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202001-046ST>.
 39. Huff RD, Carlsen C, Hirota JA. 2019. An update on immunologic mechanisms in the respiratory mucosa in response to air pollutants. *J Allergy Clin Immunol* 143(6):1989–2001, PMID: 31176381, <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2019.04.012>.
 40. Kim KE, Cho D, Park HJ. 2016. Air pollution and skin diseases: adverse effects of airborne particulate matter on various skin diseases. *Life Sci* 152:126–134, PMID: 27018067, <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2016.03.039>.
 41. Lee H, Myung W, Cheong H-K, Yi S-M, Hong Y-C, Cho S-I, et al. 2018. Ambient air pollution exposure and risk of migraine: synergistic effect with high temperature. *Environ Int* 121(pt 1):383–391, PMID: 30245361, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.022>.
 42. Li W, Bertisch SM, Mostofsky E, Buettner C, Mittleman MA. 2019. Weather, ambient air pollution, and risk of migraine headache onset among patients with migraine. *Environ Int* 132:105100, PMID: 31446321, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105100>.
 43. Fernandes MJS, Carletti CO, Sierra de Araújo LF, Santos RC, Reis J. 2019. Respiratory gases, air pollution and epilepsy. *Rev Neurol (Paris)* 175(10):604–613, PMID: 31519304, <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2019.07.013>.
 44. Block ML, Calderón-Garcidueñas L. 2009. Air pollution: mechanisms of neuroinflammation and CNS disease. *Trends Neurosci* 32(9):506–516, PMID: 19716187, <https://doi.org/10.1016/j.tins.2009.05.009>.
 45. Craig P, Katikireddi SV, Leyland A, Popham F. 2017. Natural experiments: an overview of methods, approaches, and contributions to public health intervention research. *Annu Rev Public Health* 38:39–56, PMID: 28125392, <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044327>.
 46. Liu JC, Pereira G, Uhl SA, Bravo MA, Bell ML. 2015. A systematic review of the physical health impacts from non-occupational exposure to wildfire smoke. *Environ Res* 136:120–132, PMID: 25460628, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.10.015>.
 47. Landrigan PJ, Lioy PJ, Thurston G, Berkowitz G, Chen LC, Chillrud SN, et al. 2004. Health and environmental consequences of the World Trade Center disaster. *Environ Health Perspect* 112(6):731–739, PMID: 15121517, <https://doi.org/10.1289/ehp.6702>.
 48. Slottje P, Witteveen AB, Twisk JWR, Smidt N, Huizink AC, van Mechelen W, et al. 2008. Post-disaster physical symptoms of firefighters and police officers: role of types of exposure and post-traumatic stress symptoms. *Br J Health Psychol* 13(pt 2):327–342, PMID: 17535500, <https://doi.org/10.1348/135910707X198793>.
 49. Galea S, Brewin CR, Gruber M, Jones RT, King DW, King LA, et al. 2007. Exposure to hurricane-related stressors and mental illness after Hurricane Katrina. *Arch Gen Psychiatry* 64(12):1427–1434, PMID: 18056551, <https://doi.org/10.1001/archpsyc.64.12.1427>.
 50. Carlin D, Arshad M, Baker K. 2023. *Climate Risks in the Industrial Sector*. Geneva, Switzerland: UN Environment Programme Finance Initiative. <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2023/04/Climate-Risks-in-the-Industrials-Sector.pdf> [accessed 15 August 2023].
 51. Griffiths SD, Chappell P, Entwistle JA, Kelly FJ, Deary ME. 2018. A study of particulate emissions during 23 major industrial fires: implications for human health. *Environ Int* 112:310–323, PMID: 29554638, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.12.018>.
 52. Griffiths SD, Entwistle JA, Kelly FJ, Deary ME. 2022. Characterising the ground level concentrations of harmful organic and inorganic substances released during major industrial fires, and implications for human health. *Environ Int* 162:107152, PMID: 35231840, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107152>.
 53. Cuevas J, González-Santamaría DE, García-Delgado C, Ruiz A, Garraón A, Ruiz AI, et al. 2020. Impact of a tire fire accident on soil pollution and the use of clay minerals as natural geo-indicators. *Environ Geochem Health* 42(7):2147–2161, PMID: 31848783, <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00485-2>.

도심 공장 연기 노출이 건강에 미치는 급성 영향 추정 화재 사고: 한국 타이어 공장 화재 사례 연구

한창우,1 장만영,2 윤재영,2 이보림,2 김재용,3 장호연,3 및 Tarik Benmarhnia4,5

¹충남대학교 의과대학 예방의학과, 대전, 한국

²충남대학교 의과대학, 대전, 한국

³국민건강보험공단 빅데이터관리부, 원주시, 한국

⁴미국 캘리포니아주 샌디에이고 캘리포니아대학교 스크립스 해양학 연구소

⁵Université de Rennes, Institut national de la santé et de la recherche médicale, Ecole des hautes études en santé publique, Institut de recherche en santé, Environnement et travail, UMR_S 1085, Rennes, France

배경: 2023년 3월 12일, 한국 대전의 한 타이어 제조 공장에서 대형 화재 사고가 발생하여 3일간 지속되었으며, 이로 인해 대기 오염 물질이 배출되었습니다. 도심 화재가 건강에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 부족하지만, 타이어 공장 인근 주민들은 화재 연기에 노출되어 건강상의 위험을 경험했을 가능성이 있습니다.

목표: 본 화재 사건 발생 시점을 자연 실험으로 활용하여, 타이어 공장 인근 거주민들의 초과 대기 오염 노출 및 이와 관련된 질병 발생률을 추정하고자 하였다.

방법: 본 연구에서는 일반화된 합성대조법을 이용하여 화재로 인한 연기 노출 지역 거주민들의 대기오염 노출 및 건강부담을 추정하였다. 위성영상과 대기오염 모니터링 결과를 바탕으로 공장으로부터 1~2km 이내에 위치한 3개 행정구역을 연기 노출 지역으로, 대전시의 나머지 79개 구역을 대조 지역으로 설정하였다. 대전시 내 11개 모니터링 지점 중 공장으로부터 500m 이내에 위치한 지점의 데이터를 이용하여 노출 지역 거주민들의 초과 대기오염 노출량 (PM10, PM2.5, NO2, O3, SO2, CO)을 추정하였다. 각 구역별 질병 발생 건수는 국민건강보험 데이터베이스에서 확보하여 화재로 인한 초과 건강부담을 추정하는 데 사용하였다.

결과: 공장 화재 발생 후 첫 주 동안, 노출 지역 주민들은 PM10에 대해 125.2 [95% 신뢰 구간(CI): 44.9, 156.7] $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO2에 대해 50.4 (95% CI: 12.7, 99.8) ppb, SO2에 대해 32.0 (95% CI: 21.0, 35.9) ppb의 초과 노출을 경험한 것으로 추정되었습니다. 또한 노출 지역에서는 상기도 질환의 평균 발생 건수가 20.6건(95% CI: 6.2, 37.4), 외부 요인으로 인한 폐 질환이 2.5건(95% CI: 2.1, 3.3), 두드러기와 홍반이 5.9건(95% CI: -0.6, 11.2), 그리고 발작성 질환이 8.5건(95% CI: 3.7, 13.4) 증가한 것으로 나타났습니다.

논의: 타이어 공장 인근 거주민들 사이에서 과도한 대기 오염 노출과 질병 발생률이 확인되었다. 화재 관련 오염 물질을 흡입하는 사람들의 건강 영향을 예방하기 위한 경보 시스템과 같은 예방 조치는 이러한 사건의 영향을 받는 지역 사회에 도움이 될 수 있다. <https://doi.org/10.1289/EHP14115>

서론 2023년 3월 12일,

한국 대전의 한 타이어 제조 공장에서 갑작스러운 화재가 발생했습니다. 이 화재는 58시간 동안 지속되었으며, 보관 중이던 타이어 20만 장이 소실되고 1억 4천만 달러의 재산 피해가 발생했습니다. 타이어 연소는 미세먼저(PM), 탄소(EC), 일산화탄소(CO), 이산화황 (SO2), 다환방향족탄화수소(PAH), 휘발성 유기화합물(VOC), 중금속 등 유해 오염물질을 생성하는 것으로 알려져 있습니다.¹⁻³ 매립된 타이어와 타이어 공장 화재에 대한 이전 연구들은 이러한 물질들의 대기 농도 증가를 보고했습니다.⁴⁻⁷ 따라서 대전의 타이어 공장 인근 지역 주민들은 타이어 화재에서 발생한 유독성 오염물질로 인해 건강에 악영향을 받을 가능성이 있습니다.⁷ 그러나 타이어 화재 연기가 공중 보건에 미치는 영향에 대한 연구는 드물다. 웨슬리 타이어 화재에 노출된 주민들

1999년 캘리포니아에서는 두통, 기침, 호흡 곤란, 눈 따가움 등의 증상이 보고되었습니다.8 2014년 콜롬비아 보고타에서 발생한 타이어 화재로 인한 연기에 노출된 어린이들은 노출되지 않은 어린이들에 비해 눈과 코의 자극 증상이 더 흔하게 나타났습니다.9 2021년 뉴질랜드 오클랜드에서 발생한 타이어 화재로 인해 최초 화재 발생 후 3일 이내에 환자들에게서 호흡 곤란과 인후 자극 증상이 보고되었습니다.10 여러 노출 평가 연구에서 타이어 화재 연기와 화재 현장 인근 주민들의 건강 악화 사이의 연관성이 제시되었지만,11,12 역학적 증거는 아직 부족합니다.

도시 화재가 지역 주민의 건강에 미치는 급성 영향을 기록한 연구는 드물다.13 찾고 및 고철 처리장 화재에 노출된 주민들에게서 호흡기 질환 관련 병원 방문 횟수 증가가 보고되었습니다.14,15 2000년 네덜란드 엔스헤데에서 발생한 불꽃놀이 시설 폭발 사고에 노출된 주민들은 첫 번째 폭발 후 하루 만에 급성 호흡기 증상을 보였고, 사고 후 2~3주 동안 신체적, 정신적 문제를 겪었다고 보고했습니다.16 13명의 주민을 대상으로 한 예비 연구에서는 2019년 텍사스주 더퍼퍼에서 발생한 인터컨티넨탈 터미널 화재 이후 호흡기 및 외상 후 스트레스 증상이 증가했다고 보고했습니다.17 그러나 도시 및 산업 화재에 대한 이러한 이전 연구들은 재난 발생 전후의 환경 노출 및 건강 위험에 대한 정보 부족과 관련된 여러 가지 편향 요인에 취약했습니다.13 대부분의 재난 연구는 소수의 편의 표본을 사용한 사후 연구 설계를 사용했으며, 기존 건강 상태 또는 환경 노출 수준에 대한 정확한 평가가 이루어지지 않았습니다.18 반면에 재난 발생 시점의 무작위성은 다음과 같은 이점을 제공합니다. 자연 실험으로서 이러한 사건의 데이터를 활용하여 진실된 연구를 수행할 수 있는 특별한 기회입니다.19,20 저희의 이전 연구에서는 전국 건강 보험 데이터와 차이-차이 분석을 적용하여 평가했습니다.

본 논문에 대한 문의는 충남대학교 의과대학 예방의학과 한창우 교수(주소: 대한민국 대전광역시 중구 문화로 266, 우편번호 35015, 우편번호: 82-42-580-8263)에게 보내주시기 바랍니다.

이메일: cwohan@cnu.ac.kr 추가 자료는

온라인에서 확인할 수 있습니다 (<https://doi.org/10.1289/EHP14115>).

저자들은 이해 상충되는 재정적 이익이 없음을 선언합니다.

결론 및 의견은 개별 저자의 것이며 EHP Publishing 또는 국립보건연구원과 학회소는 정책이나 견해를 반드시 반영하는 것은 아닙니다.

접수일: 2023년 10월 6일; 수정일: 2024년 6월 3일; 승인일: 2024년 7월 15일; 출판일: 2024년 8월 28일.

장어가 있는 독자 여러분께: EHP는 모든 저널 콘텐츠가 모든 독자에게 접근 가능하도록 최선을 다하고 있습니다. 그러나 EHP 논문에 게재된 일부 그림 및 보충 자료는 508 표준을 준수하지 않을 수 있습니다. 제공되는 정보의 복잡성으로 인해 저널 콘텐츠 접근에 어려움이 있을 수 있습니다. 저널 콘텐츠 접근에 도움이 필요하시면 ehpsubmissions@niehs.nih.gov로 문의해 주십시오. 저희 직원이 3영업일 이내에 고객님의 접근성 요구 사항을 평가하고 충족시켜 드리기 위해 노력하겠습니다.

한국에서 발생한 대지진의 정신 건강 영향.21,22 A

보편적 보장을 갖춘 독특한 건강 보험 시스템

각 한국인의 병원 이용 정보.23 보험 데이터를 사용하여 사건 발생 전의 기준 건강 상태와 정확한 정보를 얻을 수 있습니다.

질병 발병 시기를 추정할 수 있습니다. 차이-차이 분석은 측정되지 않은 교란 변수를 최소화합니다.

노출된 개인들 사이의 평행 추세 가정으로

(예: 지진 발생 지역에 거주하는 집단)과 대조군 (예: 지진 발생 지역에서 멀리 떨어진 곳에 거주하는 집단)으로 구성되었습니다.

이 지역은 24 이 문헌의 최근 발전은 다음과 같은 것을 제공했습니다.

여러 대조군에 걸쳐 가중치를 제공하여 합성 대조군을 생성하는 보다 유연한 방법으로, 최소화하는 것을 목표로 합니다.

노출된 장치와 제어 장치 간의 차이.25 건물

차분법과 합성 제어 방법에 관하여,

일반화된 합성 제어 방법은 제어를 가능하게 합니다.

시간에 따라 변하는 교란 변수를 고려하여, 다음과 같은 경우에 적합한 것으로 나타났습니다.

다양한 노출 집단을 대상으로 재난의 급성 건강 영향을 분석합니다.26

본 연구에서는 대형 타이어 매립지 인근에 거주하는 주민들의 과도한 대기오염 노출과 건강 부담을 추정하는 것을 목표로 하였다.

대전 공장 화재, 국민건강보험과 항공기 활용

한국에서 수집된 대기오염 모니터링 데이터. 본 연구의 목적은 다음과 같습니다.

일반화된 합성 제어 접근 방식을 적용하여 평가하기 위해

대기 오염 노출과 단기적인 시간적 변화 모두

공장 화재 관련 질병 발생 부담.

행동 양식

연구 장소

대전시는 5개의 시와 82개의 소구로 구성되어 있습니다.

(그림 1; 그림 S1). 타이어 공장은 대전 북부 대덕시 목상구에 위치해 있다.

대덕시는 산업단지가 밀집된 지역입니다.

복합단지 (그림 1, 윤곽선으로 표시된 건물)뿐만 아니라, 타이어 공장 부지 인근 (그림 1, 음영 처리된 건물)을 포함하여 대덕시 전역에 주거 지역에 분포되어 있습니다.

그림 S2는 타이어 공장 화재 연기의 위성 이미지를 보여줍니다.

2023년 3월 13일과 14일에 포착된 연기 기둥. 위성 이미지

PlanetScope-SuperDove(해상도 3m)에서 얻은 데이터입니다.

스카이라이프를 통해. 화재 발생 당시, 연기는 다음에서 퍼져 나갔습니다.

공장은 풍향과 일치하게 남동쪽 방향에 위치해 있습니다.

사건 발생 당시의 대전 풍향도.

이후 10일 동안 강한 북서풍이 불 것으로 나타났습니다.

최초 화재 발생 사건(그림 S3).

대전에는 환경부가 운영하는 고정식 대기오염 측정소 11곳이 있습니다.

타이어 공장에서 가장 가까운 역은 문평역입니다.

"스테이션 1"은 불과 500m 거리에 위치해 있습니다 (그림 1).28 시간당 대기 오염 수준 [공기역학적 직경이 10µm 이하인 미세먼지 (PM10) 및 2.5µm 이하인 미세먼지 (PM2.5), 이산화질소 (NO2)]

대전의 각 정부 관측소에서 최초 화재 발생 전후 10일 동안 측정된 오존 (O3), 이산화황(SO2), 일산화탄소(CO) 농도는 표 S1과 그림 S4에 요약되어 있습니다. 고농도 오염 발생 건수는 다음과 같습니다.

시간(세계보건의기구에서 정의한 24시간을 초과하는 시간)

대기오염 자침 중간 목표 1) PM 증가

화재 발생 후 1번 역은 정상화되었지만, 대전의 다른 역들은 그렇지 않았습니다(표 참조).

S1). 스테이션 1은 시간당 대기 오염이 뚜렷하게 증가한 것을 보여주었습니다.

화재 발생 후 농도 패턴(그림 S4)은 화재로 인한 대기 오염 노출이 특정 지역에 영향을 미쳤음을 시사합니다.

타이어 공장 근처 지역.

위성 이미지, 풍향 패턴 및 모니터링을 기반으로

대전의 고정식 대기오염 측정소에서 얻은 결과(위에서 설명한 내용)

화재 발생 당시 타이어 공장 인근 3개 지역(목상동,

덕감동과 석봉동은 공장 화재 발생지로 지정되었습니다.

화재 연기 노출 지역 (그림 1). 이 세 곳은 화재 연기에 노출된 지역입니다.

이러한 지역은 주거용 건물이 밀집되어 있는 곳이기도 합니다.

공장 근처(그림 S3). 대덕의 12개 구역 모두가 설정되었습니다.

민감도 분석에서 노출 지역으로 간주되는 모든 지역을 포함하는 다양한 노출 정의를 적용했습니다.

공장 남동쪽(그림 S1).

이 공장은 1979년 개장 이후 다양한 용도로 사용되는 타이어를 생산해 왔습니다.

승용차 및 소형 트럭에 사용됩니다. 이 공장은 해당 제품을 생산합니다.

하루에 약 4만~4만 5천 개의 타이어가 생산되는데, 이는

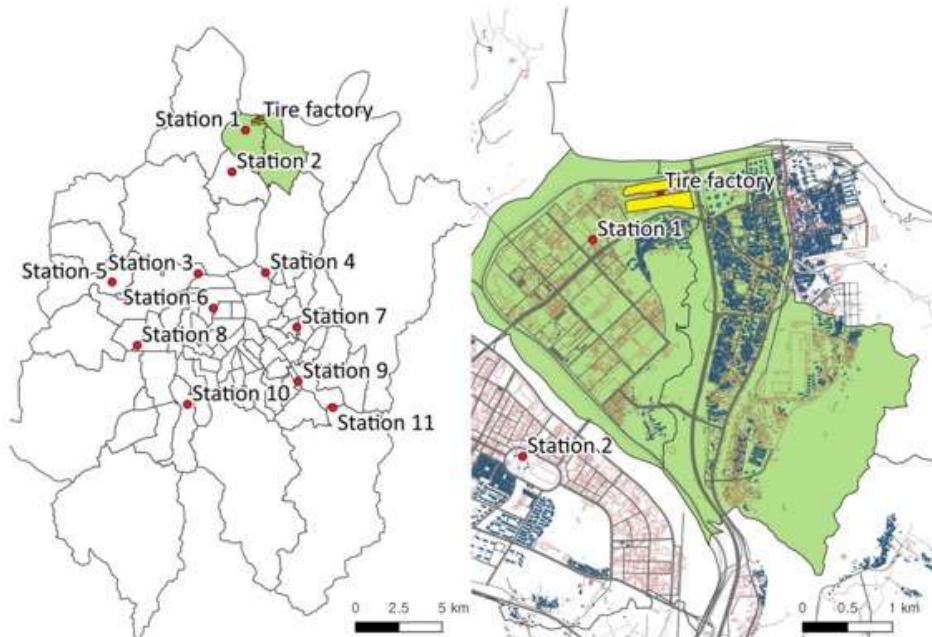


그림 1. 대전시 지도. 82개 구와 11개 대기오염 측정소가 표시되어 있다. 음영 처리된 구역은 매연에 노출된 3개 구역을 나타낸다.

타이어 공장 근처입니다. 확대된 영역에서 음영 처리된 건물은 주택을, 윤곽선으로 표시된 건물은 산업 시설을 나타냅니다. 지리 정보 시스템 레이어는 한국 정부 행정안전부에서 제공받았습니다.27

회사 일일 생산량의 약 16.4%입니다. 두 개 중 공장 건물 두 채 중 두 번째 건물은 완전히 불타 없어졌습니다. 화재로 20만 개 이상의 타이어가 소실되었습니다.

화재는 2023년 3월 12일 일요일 22시에 발생했습니다. 2023년 3월 15일 수요일 오전 8시까지 지속되었습니다. 왜냐하면 화재는 3월 12일 늦은 밤에 발생했으며, 우리는 그 원인을 다음과 같이 추정했습니다. 화재로 인한 대기 오염의 건강 영향은 아직 밝혀지지 않았을 수도 있습니다. 3월 12일에 기록된 병원 방문 정보에 반영되어 있습니다. 따라서 우리는 2023년 3월 13일을 치료 시작일(화재 연기가 질병 발생률에 미치는 영향)로 정의했으며, 연구 기간은 전처리 기간(1월 1일~3월 12일)과 전처리 기간(3월 12일)으로 나뉘었다. 2023년 3월 71일(치료 전) 및 치료 후(2023년 3월 13일~22일: 10일, 화재 발생 후 3일과 진화 후 1주일을 포함한 기간).

데이터 수집

대기 오염 모니터링 데이터. 시간별 농도 측정된 대기 오염 물질 (PM10, PM2.5, NO2, O3, SO2 및 CO) 해당 정보는 에어코리아 웹사이트 (<https://www.airkorea.or.kr>). 시간별 관측 자료 누락은 유지 보수, 품질 관리 및 극도로 높은 공기 농도 때문인 것으로 추정됩니다. 일일 평균을 계산할 때 오염 요인은 제외되었습니다. (표 S1). PM 농도(마이크로그램/세제곱미터)는 다음과 같습니다. 감마선 흡수법을 이용하여 측정된 NO2 농도(부분 단위) (심역당)은 화학발광법을 사용하여 측정되었습니다. O3 농도(ppb 단위)는 자외선(UV)을 이용하여 측정하였다. 한국의 고정 모니터링 스테이션에서의 측광 방법, 29 SO2 산소 농도(ppb 단위)는 펄스 UV 형광법으로 측정하였고, 이산화탄소 농도(ppm 단위)는 비분산 적외선법을 이용하여 측정하였다.

대전에는 고정식 대기오염 측정소가 11곳 있습니다. 대한민국 환경부에서 운영합니다. 데이터는 다음에서 가져왔습니다. 공장에서 500m 이내에 위치한 문평역(제1역) 그림 1에 나타난 바와 같이, 이 값들은 화재 당시 주민들이 경험한 대기 오염 수준을 나타내는 대리 노출 수준으로 사용되었습니다. 연기 가동에 노출된 지역. 노출 분석 결과를 병원 이용 데이터와 일치시키기 위해 치료 시작점 화재 연기가 대기 오염에 미치는 영향은 00:00시로 정의되었습니다. 2023년 3월 13일. 전처리(2023년 1월 1일~3월 12일: 71) d) 및 사후처리(2023년 3월 13일~22일: 10일, 3일간의 활성 화재) 화재 진압 후 1주일을 더한 기간은 다음과 같은 기간과 동일합니다. 병원 이용 데이터에 사용됩니다. 병원 이용 데이터. 국민건강보험 데이터가 사용되었습니다. 지역별 일일 질병 발생 건수를 정의하기 위해. 한국, 각 개인의 의료 이용 정보 이 나라의 단일 지불자 방식의 보편적 건강 보험 제도는 단일 데이터베이스(국민건강보험)에 등록됨 NHID(국민건강보험공단 데이터베이스)23에는 입원, 외래, 응급실 방문 등 이용 유형, 이용 날짜, 진단 등 병원 이용에 대한 포괄적인 정보가 포함되어 있습니다.

처방전 및 치료 내역, 그리고 출생 연도, 성별, 거주지 주소와 같은 개인 정보 등의 코드도 포함됩니다. 가계 보험료. 객관적으로 평가하기 위해 공장 화재 발생 전후 지역별 건강 현황을 살펴보면 다음과 같습니다. 모든 병원 이용 정보에 대한 접근 권한을 획득했습니다. 2022년~2023년 국민건강보험에 가입한 대전시 거주자 수 국민건강보험공단과의 협력을 통해 한국의 국민건강보험(NHIS). 2023년 대전시 각 구별 건강보험 수급 자격을 유지한 주민 수는 다음과 같이 요약됩니다. 표 S2. 이전 연구에서는 거의 100%가 다음과 같은 사실을 입증했습니다. 실제 인구는 국민건강보험(NHIS)의 적용을 받습니다.30 노출된 세 지역에서 건강 보험 가입 자격이 있는 거주자 수(n) 각 지역별 인구는 다음과 같습니다: 목상 6,682명; 덕감 13,596명; 석봉 16,414.

환경 보건 관점

이전 연구8,9,15,17에 따르면, 네 가지 질병 범주가 있습니다. a)

a) 호흡기 질환, b) 정신 질환, c) 피부 질환 질환, 그리고 d) 눈, 귀, 현기증 증후군 질환— 급성 타이어 화재 연기 및 도시 화재 재해 노출과 관련될 수 있는 질병들을 각 병원 방문 시의 주요 진단 정보를 이용하여 평가하였다. 이러한 질병들과 그 국제적 분류는 다음과 같다. 질병 분류 제10판(ICD-10) 코드31은 다음과 같습니다. 다음은 호흡기 질환의 경우 급성 상기도 감염에 대한 내용입니다. (코드 J00-J06), 인플루엔자 및 폐렴(코드 J09-J18), 기타 급성 하기도 감염(코드 J20-J22), 기타 질환 상기도 질환(코드 J30-J39), 만성 하기도 질환(코드 J40-J47), 외부 요인으로 인한 폐 질환 병원체(코드 J60-J70), 기타 호흡기 질환(주로) 간질에 영향을 미치는 질환(코드 J80-J84), 기타 질환 흉막 질환(코드 J90-J94) 및 기타 호흡기계 질환(코드 J95-J99); 정신 질환의 경우, 기분 장애 (코드 F30-F39), 신경증, 스트레스 관련 및 신체형 장애(코드 F40-F48), 그리고 다음과 관련된 행동 증후군 생리적 장애 및 물리적 요인(코드 F50-F59) 피부 질환, 피부 및 파하 조직 감염(코드 L00-L08), 피부염 및 습진(코드 L20-

L30), 구진인설성 질환(코드 L40-L45) 및 두드러기 및 홍반(코드 L50-L59); 눈, 귀 질환 및 현기증 증후군, 눈꺼풀, 눈물샘 및 안와 질환 (코드 H00-H06), 중이 및 유양돌기 질환(코드 H65-H75 코드), 내이 질환(H80-H83 코드) 및 간헐적 및 발작성 장애(코드 G40-G47).

음성 대조 분석의 경우, 네 가지 특정 질병 결과[장 감염성 질환(코드 A00-A09); 질병]를 사용했습니다. 외이 질환(코드 H60-H62), 식도, 위, 십이지장 질환(코드 K20-K31), 손목 부상

그리고 손(코드 S60-S69)]은 타이어 화재와는 무관할 수 있습니다.

연기 노출은 유의미한 결과가 나오지 않을 것이라는 예상 하에 선정되었습니다.

본 연구에서 "발생 사례"라는 용어는 다음과 같이 정의하기 위해 사용되었습니다.

공장 화재 발생 전 1년 동안 진단되지 않았던 질병이 새롭게 발병했습니다.

NHID(미국 국립보건인상연구소)에 따르면, 우리는 처음에 대전 거주자 중 진단받은 모든 병원 방문 기록을 추출했습니다.

위의 질병 범주는 2022년 1월부터 2023년 3월까지의 것입니다.

주요 진단 코드를 사용하여 (총 9,246,119개 병원)

방문 횟수 추출). 모든 병원 방문 횟수를 추출하면 다음과 같은 데이터가 생성됩니다.

동일 질환으로 여러 차례 병원을 방문한 개인.

"사건 사례"를 규명하기 위해 우리는 이후 다음과 같은 사항을 확인했습니다.

개인별 및 질병별 첫 병원 방문 날짜

각 개인 및 질병 범주마다 고유한 범주입니다. 본 연구의 연구 기간은 1월부터 시작되었습니다.

2023년 3월, 특정 질병으로 처음 병원을 방문한 경우

진단은 2023년 1월에서 3월 사이에 이루어졌으며, 이는 해당 개인이 이전에 해당 질병으로 진단받지 않았음을 확인시켜 줍니다.

연구 기간 최소 1년 전.

예를 들어, "기타 상기도 질환"(J30-J39)으로 인한 환자의 첫 병원 방문이 다음과 같이 관찰되었다면

2023년 3월 13일, 이는 해당 인물이 방문하지 않았음을 나타냅니다.

2022년 1월 1일부터 12월까지 해당 질병으로 입원한 환자를 위한 병원 2023년 3월. 이러한 질병 발생률 정의는 널리 사용되고 있습니다.

국민건강보험을 기반으로 한 역학 연구에 사용됨

한국 의 보험 데이터 .21,22,32 발생률의 일별 시계열

각 질병 범주별 대전 사례는 다음을 기반으로 생성되었습니다.

발생 건수에 관하여. 본 연구는 심사 면제 대상이었다.

충남대학교 기관윤리심의위원회

(IRB 번호 202307-SB-096-01) NHIS에서 익명 처리된 2차 데이터를 사용했기 때문입니다.

통계 분석

본 연구에서는 유연하고 데이터 적용형인 일반화된 모델을 사용했습니다. 과잉 공기를 추정하기 위한 합성 제어(GSC) 방법

화재 연기에 노출된 지역(처리된 지역) 주민들의 오염 노출과 질병 발생률. 33 분석에서 화재 연기에 노출된 3개 지역 주민들의 일일 질병 발생 건수를 다른 79개 지역의 질병 발생 건수와 비교했습니다.

화재가 늦은 밤에 발생했기 때문에 치료 시작일은 2023년 3월 13일로 정하였고, 연구 기간은 치료 전 기간(2023년 1월 1일-3월 12일: 71일)과 치료 후 기간(2023년 3월 13일-22일: 10일, 화재 발생 3일 및 전후 후 1주일)으로 나누었다. 화재 전후 후 1주일이라는 시점은 대기오염 모니터링 결과에서 화재 전후 후에도 대기오염물질 농도 상승이 1주일 동안 지속된 점을 고려하여 선정하였다(그림 S4).

71일의 사전 처리 기간은 공장 화재 발생 이전의 질병 발생 추세를 포착하기 위한 것으로 가정했습니다.

본 연구에서 사용된 GSC 모델 및 분석 단계는 다음과 같이 요약할 수 있다.

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 D_{it} + \beta_2 K_{it} + \epsilon_{it}$$

여기서 Y_{it} 는 시점 t 에서의 i 구역의 일일 질병 발생 건수를 나타내고, D_{it} 는 처리(구역이 노출 구역이고 시점 t 가 처리 후 기간에 속하는 경우, D_{it} 는 1, 그렇지 않은 경우 0)를 나타냅니다. β_1 는 관측되지 않은 잠재 요인 벡터(시간에 따라 변하는 구역 수준 매개변수)를 나타내고, K_{it} 는 t 의 요인 적재량을 나타내며, ϵ_{it} 는 특이 오차를 나타냅니다. 시점 t 에서의 i 구역에 대한 처리 효과(화재 연기 노출)는 $D_{it}=1$ 일 때의 Y_{it} 과 $D_{it}=0$ 일 때의 Y_{it} 의 차이로 단순화할 수 있으며, 이는 β_1 로 표현됩니다. 노출된 i 구역의 경우 처리 후 기간 동안 Y_{it} 가 관측될 수 있지만, 합성 대조군을 사용하여 추정할 수 있습니다.

79개 통제 구역의 질병 발생 사례 시계열 데이터를 사용하여, 상호작용 고정 효과 모델은 화재 연기 노출 구역과 통제 구역에서 β_1 가 동일하다는 가정 하에 β_1 를 추정합니다. K_{it} 는 화재 연기 노출 구역 i 의 사전 치료 기간에 대한 평균 제곱 예측 오차의 차이를 최소화하도록 추정됩니다. 추정된 매개변수를 기반으로, α

합성 대조군, 화재 연기에 노출된 질병 발생 건수가 25,34로 추정된다면 출된 구역 i 의 Y_{it} 와 합성 대조군은 전처리 기간 동안 유사하며, 합성 대조군은 Y_{it} 의 좋은 근사치가 될 수 있습니다.

치료 후 기간 동안.

우리는 화재 연기에 노출된 세 지역(Y_{1t} , Y_{2t} , Y_{3t}) 각각에 대한 β_1 값을 얻었고, 최초 화재 발생 시점부터 누적 평균 처리량 $X_t = t-1$ β_1 D_{it} 를 추정했습니다.

멘트 효과 $X_i = 3$

화재 전입 시점(t_1 : 2023년 3월 13일, t_2 : 2023년 3월 15일)과 최초 화재 발생 시점부터 전입 후 1주일(t_1 : 2023년 3월 13일, t_2 : 2023년 3월 22일)까지의 기간을 분석했습니다. 모수적 부트스트래핑($n=1,000$)을 사용하여 95% 신뢰구간(CI)을 추정했습니다. GSC 분석은 R 소프트웨어 패키지 "gsynth"를 사용하여 수행했으며, "Cureff" 함수를 사용하여 누적 처리 효과를 추정했습니다. 35 또한 화재 발생 후 10일 동안 처리된 지역의 질병 발생 건수 변화율을 평균적으로 계산했습니다. 이는 공장 화재 후 노출된 지역에서 관찰된 누적 처리 효과의 평균값을 화재 발생 전 10일 동안 해당 처리 지역에서 관찰된 누적 질병 발생 건수의 평균값으로 나누어 계산했습니다.

초과 대기오염을 추정하기 위해, 제1 관측소(문명 관측소)에서 측정된 오염 수준을 화재 연기에 노출된 지역 주민들이 경험하는 대기오염 수준을 대표하는 대리 노출 수준으로 사용했습니다(그림 1). 대전의 나머지 10개 고정 관측소는 대조군으로 사용하고 GSC 방법을 적용하였다. 화재 발생 후 10일 동안 제1 관측소에서 측정된 누적 처리 효과를 비교하여 대기오염 수준의 변화율을 계산하였다.

공장 화재 발생 전 10일 동안 기록된 누적 일일 대기 오염 수준.

다음과 같은 민감도 분석을 수행했습니다. 첫째, 연령대를 0~14세, 15~64세, 65세 이상으로 나누어 층화 분석을 실시했습니다. 둘째, 대역의 12개 구역을 포함하여 노출 지역을 다르게 정의했습니다(그림 S1 참조). 셋째, 화재 발생 40일 전 기간(2023년 2월 1일부터 3월 12일까지)을 기준으로 사전 치료 기간을 다르게 정의했습니다. 넷째, 질병 발생 건수 대신 각 질병 범주별 총 병원 방문 횟수를 사용했습니다. 다섯째, 연기 노출의 만성적 영향을 평가하기 위해 사후 치료 기간을 2023년 3월 13일부터 30일, 60일, 90일, 120일로 다르게 정의하여 장기 분석을 실시했습니다. 마지막으로, 화재 발생 1년 전 시점을 음성 대조군으로 설정하고 동일한 분석을 수행하여 유의미한 결과가 나타나지 않을 것으로 예상했습니다. NHID 데이터 분석에는 SAS(버전 9.4; SAS Institute, Inc.)를 사용하였고, GSC 방법 적용에는 R 소프트웨어(버전 4.2.1; R Development Core Team)를 사용하였다. 지도 이미지는 QGIS 소프트웨어(버전 3.28; QGIS Development Team)를 이용하여 작성하였다.

결과표 S3은

공장 화재 발생 전후 10일 동안 관측소 1과 대조 관측소(대전의 다른 관측소)에서 관측된 일평균 대기오염 수준 변화를 보여준다. 화재 발생 이전 기간과 비교했을 때, 관측소 1은 화재 발생 후 PM2.5 (-5.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)와 NO2 (-2.0 ppb)의 감소폭이 다른 관측소(대조군: PM2.5 -11.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO2 -5.0 ppb)에 비해 작았다. 반면, 관측소 1에서는 화재 발생 후 PM10 (2.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), SO2 (3.4 ppb), CO(0.02 ppm)가 증가한 반면, 다른 관측소에서는 이러한 오염물질 수준이 감소했다(대조군: PM10 -12.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, SO2 -0.1 ppb, CO -0.05 ppm).

그림 2는 제1측정소의 일일 대기오염 모니터링 추세와 대전 내 다른 10개 측정소 데이터를 기반으로 생성된 합성 대조군을 보여준다. 화재 발생 이전에는 제1측정소와 합성 대조군의 대기오염물질 농도에서 유사한 패턴이 관찰되었지만, 화재 발생 기간과 화재 발생 후 일주일 동안은 제1측정소의 대기오염이 증가했다. 표 1은 관측 지점 1에서 추정된 초과 대기오염 노출량을 나타냅니다. 화재 발생 중 및 화재 발생 후 1주일 동안 관측 지점 1에서는 PM10이 125.2(95% CI: 44.9, 156.7) $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO가 50.4(95% CI: 12.7, 99.8) ppb, SO가 32.0(95% CI: 21.0, 35.9) ppb, CO가 0.5(95% CI: 0.1, 1.2) ppm 추가 노출된 것으로 추정되었으며, 이는 화재 발생 10일 전과 비교하여 PM10, NO, SO, CO 노출량이 각각 18.1%, 19.1%, 135.6%, 13.2% 증가한 수치입니다. 화재가 발생한 3일 동안 스테이션 1에서는 PM2.5에 29.8(95% CI: 21.0, 37.4) $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 추가 노출된 것으로 추정되었습니다.

표 S4는 화재 발생 전후 10일 동안 노출 지역과 대조 지역의 질병 발생 건수를 보여줍니다. 두 10일 기간 사이의 질병 발생 건수 변화는 외부 요인으로 인한 폐 질환을 제외한 모든 질병 범주에서 노출 지역과 대조 지역 모두에서 유사했습니다(외부 요인으로 인한 폐 질환의 경우 노출 지역에서 0.2명 증가한 반면 대조 지역에서는 변화가 없었습니다).

표 2, 그림 3 및 그림 S5는 합성 대조군과 비교했을 때 노출 지역 거주민들의 초과 질병 발생 건수 추정치를 보여줍니다. 화재 발생 기간 동안 각 노출 지역에서 상기도 질환(코드 J30-J39) [11.7명(95% CI: 4.5, 21.0)], 외부 요인으로 인한 폐 질환(코드 J60-J70) [1.9명(95% CI: 1.6, 2.4)], 그리고 기타 호흡기계 질환(코드 J95-J99) [1.8명(95% CI: 0.8, 2.7)]의 발생 건수가 평균적으로 증가한 것으로 나타났습니다. 최초 화재 발생일부터 1년까지

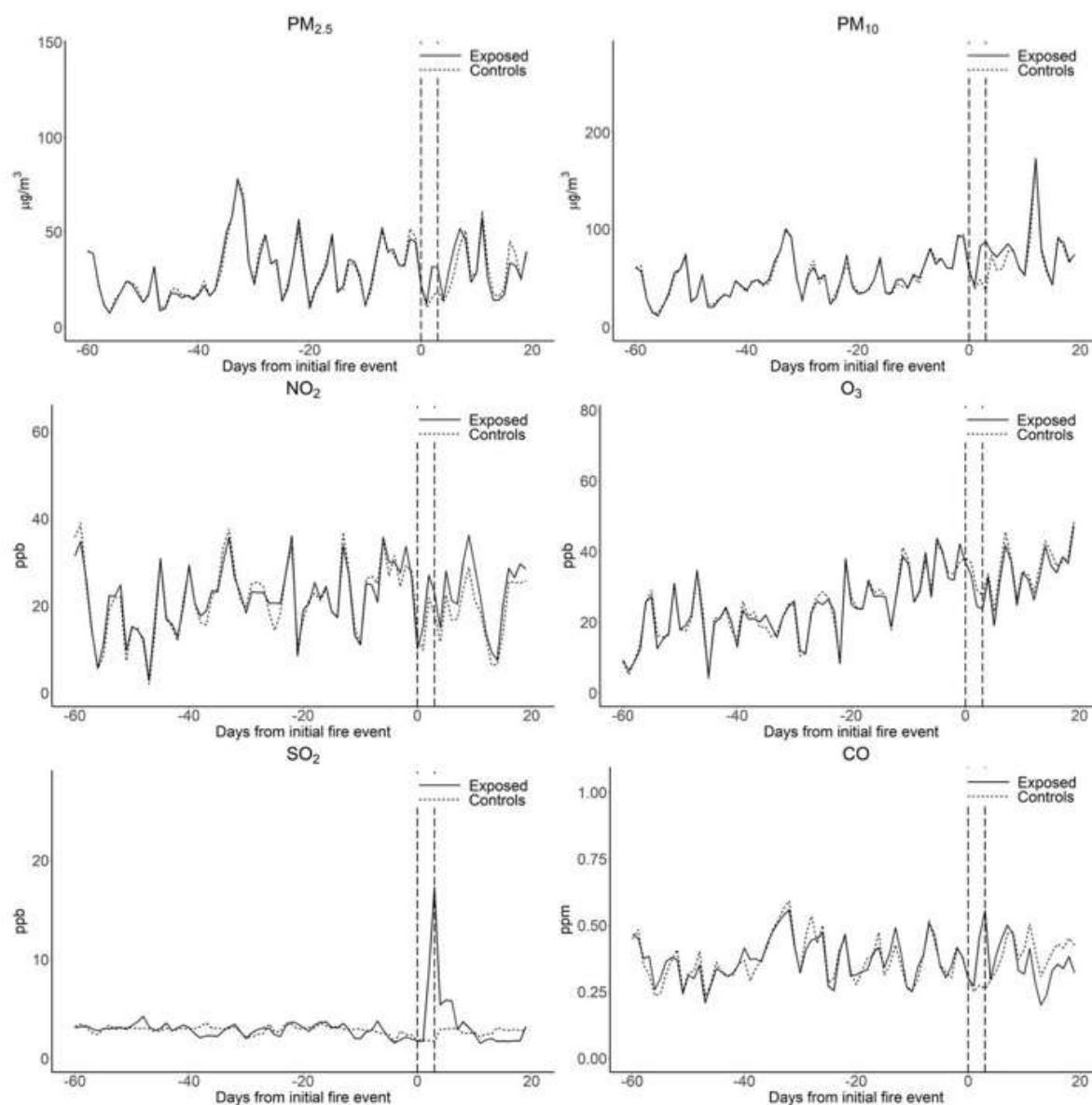


그림 2. 일일 대기 오염 수준 [공기역학적 직경이 10µm 이하인 미세먼지 (PM10) 및 2.5µm 이하인 미세먼지 (PM2.5), 이산화질소 (NO2), 오존 (O3)] 스테이션 1에서 모니터링된 이산화황 (SO2) 및 일산화탄소(CO)는 타이거 공장 화재 전후의 합성 대조값으로 추정되었습니다(-60~화재 발생 후 20일). 실선은 1번 관측소에서 측정된 값을 나타내고, 점선은 추정된 합성 제어 값을 나타냅니다. 세로선은 타이거 공장 화재 지속 기간(화재 발생 후 0~2일)을 나타냅니다. 요약 데이터는 표 1과 표 53에서 확인할 수 있습니다.

표 1. 모니터링된 초과 변화량(A: 공장 화재 발생 후 -10일 ~ -1일) 및 추정된 초과 변화량(B: 화재 발생 후 0~2일, C: 화재 발생 후 0~2일 이후 1주일) 화재 진입) 대기 오염 수준 [공기역학적 직경이 10µm 이하인 미세먼지 (PM10) 및 2.5µm 이하인 미세먼지 (PM2.5), 이산화질소 (NO2), 오존] 스테이션 1에서 측정된 산소(O3), 이산화황 (SO2), 일산화탄소(CO)의 양.

오염물질	A: 누적 모니터링		B: 추정 누적		C: 추정 누적	
	역의 오염물질 농도	1. 공장 화재 발생 전 (-10일 ~ -1일)	대기 오염 물질 농도의 변화 스테이션 1에서 (0~2일)	대기 오염 물질 농도의 변화 스테이션 1에서 (0~9일)	공기 중 백분율 변화 오염물질 농도 (C=A × 100)	
PM2.5 (lg=m3)	370.0		29.8 (21.0, 37.4)	54.9 (27.5, 99.5)	14.8 (7.4, 26.9)	
PM10 (lg=m3)	691.7		81.5 (62.9, 94.9)	125.2 (44.9, 156.7)	18.1 (6.5, 22.7)	
NO2 (ppb)	264.3		12.6 (5.1, 34.6)	50.4 (12.7, 99.8)	19.1 (4.8, 37.8)	
오존 (ppb)	348.7		13.2(26.6, 0.8)	27.4(56.8, 2.6)	7.9(16.3, 0.7)	
SO2 (ppb)	23.6		22.3 (17.1, 24.2)	32.0 (21.0, 35.9)	135.6 (89.0, 152.1)	
CO (ppm)	3.8		0.5 (0.3, 0.7)	0.5 (0.1, 1.2)	13.2 (2.6, 31.6)	

참고: 추정 초과 변화량은 1번 관측소에서 측정된 일일 대기 오염 수준과 합성 대조값 간의 차이를 나타냅니다. 누적값(95% 신뢰구간) 각 기간별 결과가 여기에 제시되어 있습니다. 스테이션 1과 합성 대조군에서 측정된 일별 대기 오염 패턴은 그림 2에 나타나 있습니다. C는 신뢰 구간을 의미합니다.

표 2. 관찰된 초과 변화량(A: 공장 화재 발생 후 -10일 ~ -1일) 및 추정된 초과 변화량(95% 신뢰구간)(B: 화재 발생 후 0-2일, C: 화재 발생 후 0-2일 + 1일)
화재 진압 후 1주일 후, 노출된 3개 지역 주민들의 질병 발생 건수(n) [인원(n): 목성구 6,682명, 덕강구: 13,596명, 석봉구: 16,414명].

질병 범주	ICD 코드	A: 평균 질병 발생 건수(n) 노출된 지역에서 (-10일 ~ -1일)	B: 평균 초과분 발병률의 변화 노출된 개체 수(n) 구역(0-2일)	C: 평균 초과분 발병률의 변화 노출된 개체 수(n) 구역(0-9일)	평균 역분율 질병의 변화 발생 건수 노출된 지역 (C=A × 100)
호흡기 질환					
급성 상기도 감염	J00-J06	71.0	0.1 (10:9, 11.5)	21.2 (2:5, 42.9)	29.9 (3:5, 60.4)
독감과 폐렴	J09-J18	4.7	2:3(7:6, 9.5)	3:7(16:3, 99.9)	78:7(346:8, 423.4)
기타 급성 하기도 호흡기 질환 감염	J20-J22	76.0	4.6 (3:9, 15.0)	3:3(16:7, 21.7)	4:3(22:0, 28.6)
상기도의 기타 질환	J30-J39	58.0	11.7 (4.5, 21.0)	20.6 (6.2, 37.4)	35.5 (10.7, 64.5)
만성 하기도 질환	J40-J47	8.3	1:5(4:8, 1.9)	4:1(11:5, 3.9)	49:4(138:6, 47.0)
외부 요인으로 인한 폐 질환	J60-J70	0.3	1.9 (1.6, 2.4)	2.5 (2.1, 3.3)	833.3 (700.0, 1,100.0)
기타 호흡기 질환은 주로 다음과 같습니다.	J80-J84	0.0	0:2(0:6, 0.5)	0:2(0:9, 0.6)	—
간질에 영향을 미치는					
홍마의 기타 질환	J90-J94	0.0	0:1(0:4, 0.4)	0:2(0:8, 0.6)	—
기타 호흡기 질환	J95-J99	1.7	1.8 (0.8, 2.7)	2.3 (0.2, 4.2)	135.3 (11.8, 247.1)
체계					
정신 질환					
기분 장애	F30-F39	3.0	1.3 (0:7, 3.2)	0:4(4:0, 3.0)	13:3(133:3, 100.0)
신경증, 스트레스 관련 및 신체형 장애	F40-F48	5.3	0:7(2:9, 1.9)	1:1(5:0, 2.9)	20:8(94:3, 54.7)
다음과 관련된 행동 증후군 성격적 장애	F50-F59	2.0	1:0(2:2, 0.7)	0:2 (2:0, 3.0)	10:0 (100:0, 150.0)
피부 질환					
피부 감염 및 파사 조직	L00-L08	14.0	0.8 (3:3, 5.2)	2.3 (4:0, 8.8)	16.4 (28:6, 62.9)
피부염 및 습진	L20-L30	33.3	1.4 (2:5, 6.0)	1:3(10:3, 6.8)	3:9(30:9, 20.4)
구진인설성 질환	L40-L45	0.3	0:2(1:0, 0.9)	1.0 (0:5, 2.7)	333.3 (166:7, 900.0)
두드러기와 홍반	L50-L54	14.0	1:1(4:7, 1.5)	5.9 (0:6, 11.2)	42.1 (4:3, 80.0)
눈, 귀 및 현기증 증후군 질환					
눈꺼풀 및 눈물샘계 질환	H00-H06 및	18.7	0:3(5:2, 4.3)	1:2(11:2, 7.2)	6:4(59:9, 38.5)
케도					
중이 및 유양돌기 질환	H65-H75	9.7	1:9(5:6, 1.7)	3:4(11:1, 3.9)	35:1(114:4, 40.2)
내이 질환	H80-H83	8.3	1:7(3:7, 0.9)	0:9(5:0, 3.6)	10:8(60:2, 43.4)
간헐적 및 발작성 장애	G40-G47	12.7	3.1 (0.5, 5.7)	8.5 (3.7, 13.4)	66.9 (29.1, 105.5)
음성 대조군 분석을 위한 질병					
장 감염성 질환	A00-A09	27.3	1.7 (2:8, 7.0)	1.9 (7:2, 13.5)	7.0 (26:4, 49.5)
와이 질환	H60-H62	9.3	1:0(4:5, 2.7)	0:3(5:3, 5.4)	3:2(57, 58.1)
식도, 위 및 기타 질환	K20-K31	10.7	0:2(2:4, 2.5)	1.0 (3:2, 5.2)	9.3 (29:9, 48.6)
십이지장					
손목 및 손 부상	S60-S69	12.3	1:3(5:0, 2.8)	0:6(9:2, 7.5)	4:9(74:8, 61.0)

참고: 추정 초과 변화는 먼저 각 노출 지역과 해당 합성 대조군의 발생 건수 차이를 계산한 다음, 세 값의 평균입니다. 모든 값은 각 기간의 누적 값(95% 신뢰 구간)입니다. 노출 지역의 질병별 평균 발생 건수는 그림에 시각화되어 있습니다. 3 및 그림 S5. —, 해당 사항 없음; CI, 신뢰 구간; ICD-10, 국제 질병 분류 제10판.

화재 진압 후 일주일 만에 평균 20.6 증가했습니다. 다른 질병으로 진단받은 사람(95% CI: 6.2, 37.4) 상기도 감염, 2.5명(95% 신뢰구간: 2.1, 3.3) 진단 외부 요인으로 인한 폐 질환이 있는 2.3명(95% CI: 0.2, 4.2) 각 노출 지역에서 기타 호흡기계 질환으로 진단받은 사람들의 수. 이 세 가지 범주의 발생률은 각각 35.5%, 833.3%, 135.3% 증가했습니다.

10일 동안의 평균 발생 건수와 비교했을 때 화재 발생 전. 심리적 문제 발생률의 변화는 감지되지 않았습니다. 장애, 눈과 귀 질환, 그리고 음성 대조군 결과. 그러나 두드러기와 홍반의 발생 건수는 다음과 같습니다. (코드 L50-L54) [5.9명(95% CI: -0.6, 11.2)] 및 간헐적 및 발작성 장애(코드 G40-G47) [8.5명(95% CI: 3.7, 13.4)]는 화재 발생 중 및 화재 발생 후 1주일 동안 각각 증가했습니다. 노출된 지역 (표 2). 다양한 사전 처리 기간 정의(40일)를 사용한 민감도 분석 결과는 다음과 유사한 결과를 나타냈습니다. 주요 분석 결과(표 S5)와 같습니다. 연령대별 분석(표 S6) 결과 증가 추세가 나타났습니다. 외부 요인으로 인한 폐 질환 발생 사례 [1.9명(95% CI: 1.7, 2.3)], 기타 호흡기 질환

전신 [1.6명 (95% CI: 0.3, 3.1)], 두드러기 및 홍반 [4.8명(95% CI: 0.0, 9.5)], 그리고 간헐적 및 발작성 15~64세 거주자 중 장애 발생률 [7.6명 (95% 신뢰구간: 3.5, 11.4)] 10일 동안 각 노출 지역에 거주하는 연령 화재 발생 이후. 한편, 어린 나이의 0~15세 그룹에서는 다른 질병의 발생률이 증가한 것으로 나타났습니다. 상기도 [5.3명(95% CI: 2.3, 10.9)]. 대역시 12개 구역에 대한 분석 노출된 것으로 정의됨(표 S7)은 외부 요인으로 인한 폐 질환 발생 사례의 증가를 보였습니다 [0.6명]. (95% CI: 0.3, 1.0)] 및 삽화적 및 발작성 장애 [4.1] 사람 수(95% CI: 1.3, 6.7)]. 총 인원수를 이용한 분석 병원 방문 횟수 (질병 발생 건수와는 반대되는 개념) 다른 진료에 대한 방문 횟수가 54.5회(95% CI: 19.4, 87.0) 증가한 것으로 나타났습니다. 상기도 질환으로 인한 방문 횟수 3.2회(95% CI: 2.1, 4.2), 외부 요인으로 인한 폐 질환으로 인한 방문 횟수 3.0회(95% CI: 0.3, 6.1) 기타 호흡기 질환으로 인한 방문 횟수는 13.5회(95%)입니다. CI: 2.5, 25.3) 노출된 각 그룹에서 두드러기와 홍반으로 인한 방문 횟수 공장 화재 발생 10일 후의 지역(표 S8). 가상의 화재 발생 시점을 실제 화재 발생 1년 전으로 설정한 민감도 분석 실제 화재는 예상대로 아무런 연관성을 보이지 않았습니다(표 S9).

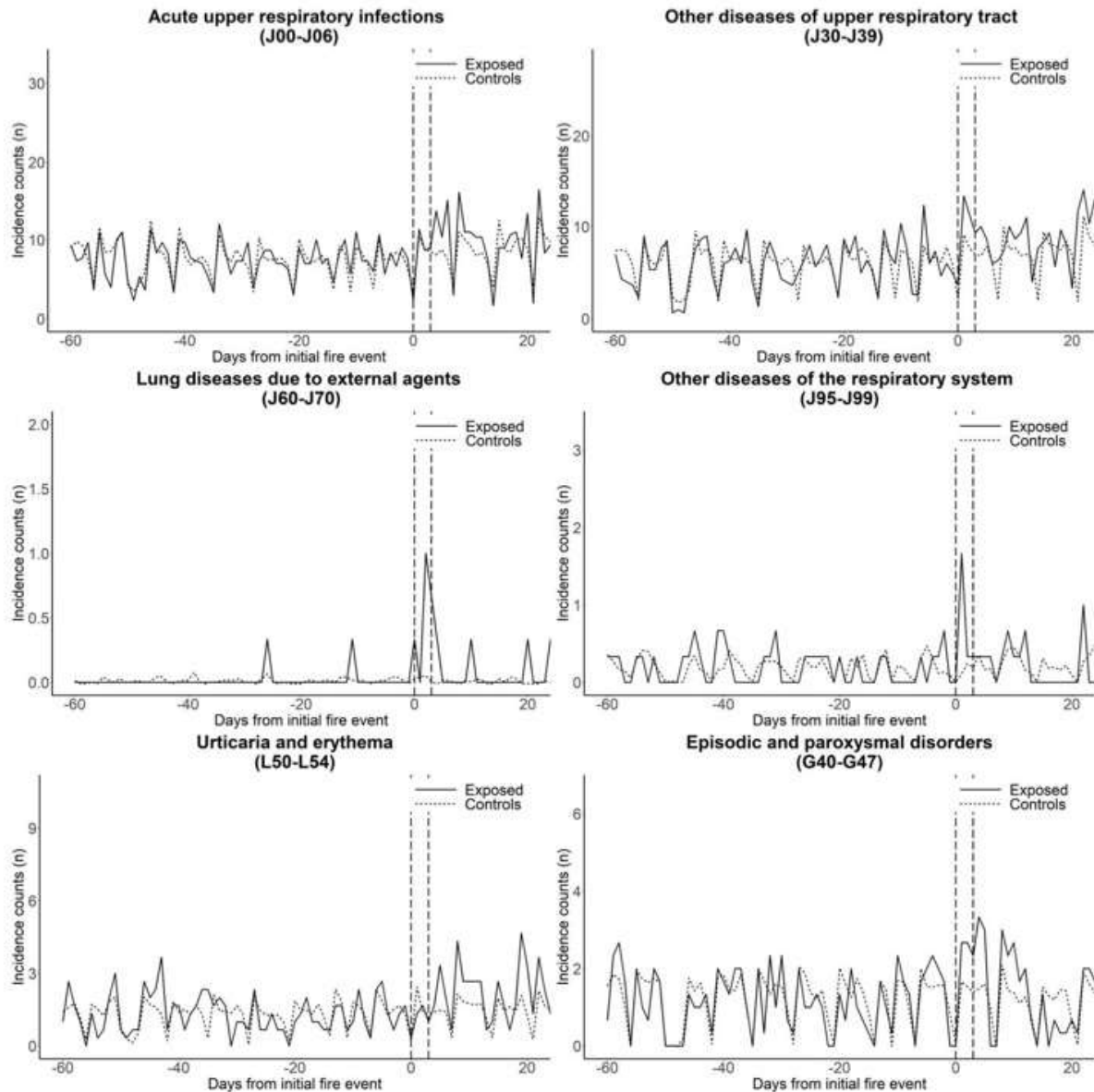


그림 3. 타이어 공장 화재 발생 전후(화재 발생 60일 전부터 20일까지) 노출 지역(인구(n): 옥상구 6,682명; 덕강구 13,596명; 석봉구 16,414명)과 합성 대조군의 일일 평균 질병 발생 건수. 실선은 노출 지역을, 점선은 합성 대조군을 나타낸다. 점선으로 표시된 세로선은 타이어 공장 화재 발생 기간(화재 발생 0일~2일)을 나타낸다. 질병 범주 아래 괄호 안의 내용은 해당 질병 코드이다. 요약 데이터는 표 2에서 확인할 수 있다.

최초 공장 화재 발생 후 90일 동안 분석을 연장했을 때, 각 노출 지역 거주자에서 만성 하기도 질환[69.4명(95% CI: 11.5, 118.7)], 외부 요인으로 인한 폐 질환[3.0명(95% CI: 0.6, 5.6)], 두드러기 및 홍반[42.4명(95% CI: 12.5, 72.6)]의 발생 건수가 장기간 증가하는 것이 관찰되었습니다(표 S10 및 그림 S6).

논의 본 연구에서

는 타이어 공장 인근에 위치한 세 지역 주민들이 공장 화재 발생 기간 및 발생 후 1주일 동안 과도한 대기 오염에 노출되고 질병 발생률이 증가한 것을 확인했습니다.

대전의 다른 10개 대기오염 측정소와 비교했을 때, 공장에서 500m 떨어진 곳에 위치한 측정소에서는 PM10 이 125.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과, NO_x 가 50.4 ppb 초과로 측정되었다.

타이어 공장 화재 발생 당시와 발생 후 1주일 동안 SO₂ 농도는 32.0 ppb로 측정되었습니다. 공장 인근 3개 지역에서는 화재 발생 기간 및 발생 후 1주일 동안 대전의 다른 지역과 비교했을 때, 평균적으로 기타 호흡기계 질환 발생률이 20.6명 증가했고, 외부 요인으로 인한 폐 질환 발생률은 2.5명 증가했으며, 기타 호흡기계 질환 발생률은 2.3명 증가했고, 발작성 및 삽화성 질환 발생률은 8.5명 증가했습니다.

타이어 화재로 발생하는 연가에는 유해한 기체 물질이 포함되어 있습니다. 2012년 아이오와주 매립지 타이어 화재 인근에서 채취한 대기 시료에서는 PM2.5, 일산화탄소, 황산화물, EC, VOC, PAH 의 농도가 크게 증가한 것으로 나타났습니다.6,7 2016년 스페인에서 발생한 대형 매립지 타이어 화재 직후 PAH 농도가 급증했으며, 주변 대조 지역보다 6배나 높았습니다.11 실험실

실험 결과에 따르면 타이어 연소 과정에서 165가지 하위 유형이 생성되는 것으로 나타났습니다. PAH 및 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 스티렌과 같은 기타 방향족 화합물 및 기타 헤테로고리 화합물.¹

또한, 불완전 연소 및 건축 자재의 붕괴로 인해 석면, 납과 같은 다른 독성 물질이 방출될 수 있습니다.

그리고 유리 섬유도 포함됩니다.³⁶ 따라서 본 연구에서 관찰된 대기 오염 물질 증가 외에도 다른 오염 물질의 증가가 있었을 가능성이 있습니다. 타이어와 관련된 기타 유해한 공기 중 화학 물질의 방출

대전 타이어 공장 화재 발생 당시 및 이후의 화재.

타이어 화재의 영향에 관한 역학적 증거

연구는 제한적입니다. 웨슬리에 있는 타이어 더미 부지에서 발생한 화재는...

1999년 캘리포니아에서 발생한 화재는 36일 동안 지속되었으며 5백만 개의 타이어가 소실되었습니다.

화재 발생 기간 동안 카운티 간호사들로부터 걸려온 86건의 전화를 분석했습니다.

연구원들은 대부분의 불만 사항이 다음과 관련된 것이라는 사실을 발견했습니다.

두통, 기침, 호흡 곤란, 눈, 코 등의 증상이 나타날 수 있습니다.

그리고 목 자극, 천명, 메스꺼움 등이 있으며, 전체 통화의 약 20%가 이러한 증상을 호소합니다.

이 연구 결과는 천식 병력이 있는 환자들을 대상으로 한 연구였습니다.⁸ 주거 환경에서

주요 기반 비교에서, 연기에 노출된 어린이들은

2014년 콜롬비아 보고타에서 발생한 타이어 저장고 화재는 다음과 같은 모습을 보여주었습니다.

눈 충혈과 코막힘 증상.⁹ 화염 기둥에서

뉴질랜드 오클랜드에서 16만 개의 타이어를 태우는 화재가 7일 동안 지속되었습니다.

그리고 공기 중 자극 물질에 대한 노출이 일시적으로 증가했습니다.

화재 발생 지점으로부터 1km 이내에 거주하는 사람들의 PM2.5 및 SO₂와 같은 수치

현장.¹⁰ 화재 발생 후 처음 3일 동안 주민들로부터 호흡 곤란과 인후 자극 증상이 보고되

었습니다.

대기 오염이 여러 가지 질병과 관련되어 있다는 것은 잘 알려져 있습니다.

급성 감염, 천식, 만성 질환을 포함한 호흡기 질환

폐쇄성 폐질환 및 폐암.³⁷ 단기적인 대기 오염 노출은 기계적 방어 기전(상피 세포의 밀착

연접)을 포함한 호흡기 방어 기전을 약화시킵니다.

체액 및 점액 장벽) 및 면역학적 과정(선천성 면역)

면역 반응 및 항산화 메커니즘).^{38,39} 마찬가지로,

피부는 대기 오염과 유기물에 노출되면 손상될 수 있습니다.

PAH와 같은 화합물로 인한 직접적인 손상 외에도,

화학물질, 피지 분비 증가, 산화 스트레스

오염물질 노출 후 염증성 사이토카인이 방출되면 아토피 피부염, 염증성 질환, 간선 등이

발생할 수 있습니다.

여드름 및 기존 피부 질환의 악화.⁴⁰

일련의 역학 연구에 따르면 다양한 대기 오염 물질에 단기간 노출되는 것

은 질병 발생률 증가와 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났습니다.

병원 방문 및 증상 발현은 간헐적 및

간질 및 편두통을 포함한 발작성 장애.⁴¹⁻⁴³

이러한 연관성은 신경성 염증으로 설명될 수 있습니다.

대기 오염 노출로 인한 산화 스트레스.⁴⁴ 따라서,

관찰된 호흡기, 피부 질환 발생률의 증가

타이어 공장 화재 발생 중 및 이후의 신경 질환

이 연구는 생물학적으로 타당해 보인다.

도시 화재 재해에 대한 여러 후향적 연구에서 병원 데이터를 분석했습니다.⁸ 일 동안

지속된 창고 화재 현장 근처에 위치한 두 곳의 급성 치료 병원의 의료 기록을 분석했습니다.

캘리포니아에서는 하기도 질환(천식, 기관지염, 폐렴) 발병률이 증가했습니다.

화재.¹⁵ 한 소아 응급실의 의료 기록에 따르면 천식으로 인한 입원 건수가 증가했습니다.

필라델피아의 고철 처리장에서 10시간 동안 발생한 화재 이후 입원 환자 수.¹⁴

하지만 이전 연구들은 시간적 비교에 의존했으며,

적절한 통제가 이루어지지 않았습니다. 또한, 화재 연기에 노출된 지역의 의료 병원 중 일부

만 연구에 포함되었습니다.

본 연구에서는 지역별 병원 이용 정보를 활용했습니다.

최첨단 합성 제어 방법을 사용하여 평가합니다.

공장 화재가 질병 발생에 미치는 영향. 이것은 다음과 같이 만들어졌습니다.

한국의 전국인 건강보험제도 덕분에 가능한 일입니다.

개인의 의료 이용 데이터와 상세한 거주지 정보를 기록합니다.²³ 재난의 무작위성은 독특

한 기회를 제공합니다.

자연 실험으로서 불을 연구할 기회.

합성 제어 방법은 시간적 및 위치 기반 비교를 모두 가능하게 합니다.³³ 용량에 대한 추가

평가 - 반응 관계 및 독립적인 사건과의 연관성 복제는 우리 연구 결과에 대한 인과적 해석의 가능

성을 높일 수 있습니다.²¹

산업재해(본 원고에서 다루는 바와 같이)나 자연재해(예:

산불, 극심한 더위와 같은 현상들은 자연 실험으로 분석될 수 있다. 이러한 사건들을 자연

실험으로 간주하는 것은 가능하다.

만약 우리가 사건 발생 시점이 독립적임을 증명할 수 있다면

관심 있는 건강 결과의 추세에서 비롯된 것인데, 이는 그러한 예상치 못한 또는 갑작스러운

사고에 대한 합리적인 가정입니다.

그러면 그러한 자연 실험의 시기를 활용할 수 있고

특수한 준실험적 방법을 사용하여 효과를 평가합니다.

건강 결과에 대한 관심 있는 사건들을 다루며 여러 가지 사항을 고려합니다.

설계상 측정되지 않은 교란 변수.⁴⁵

활용 가능한 다양한 준실험적 방법

그러한 자연 실험의 시기를 활용하는 것은

제한된 방법들은 대조군이 있는 경우 차이-차이 분석 방법의 확장으로 볼 수 있습니다.²⁶

Nianogo et al.²⁵과 함께 발표한 최근 논문에서 우리는 데이터 적응형

일반화된 합성 제어 방법과 같은 방법들은 정규 차분법 및 합성 제어법보다 우수한 성능을

보입니다.

복잡한 시간 추세를 고려하고 최소화하는 방법

처리된 단위 간의 차이(즉, 자연적 영향)

실험, 공장 화재 사고) 및 추정 합성

반사실적 추세에 근접하는 통제 집단(즉,

관심 있는 사건의 부재). 간단히 말하면, 일반화된 합성 제어 방법은 시계열 데이터(결과 변

수의 경우,

지연된 결과 및 잠재적인 시간 가변적 교란 변수)에 대하여

처리 대상 단위 (여러 단위가 고려되는 경우 여러 단위)

그리고 잠재적 요인과 관심 결과 사이의 시간 가변적 관계를 이해하기 위해 별도의 제어 장

치를 사용합니다.³³ 그런 다음,

가중치 부여 절차를 적용하여 합성 제어 시간을 생성합니다.

관심 있는 사건/자연 실험이 발생하기 전 결과의 추세를 모방하는 시리즈로, 다음을 나타냅니다.

반사실적 추세에 대한 최상의 근사치입니다.³³ 이 접근 방식

이는 양방향 고정 효과 모델의 확장으로도 볼 수 있습니다.

시간에 따라 변하지 않는 관찰되지 않은 교란 변수도 고려됩니다.²⁶ Sheridan et al.의

최근 논문²⁶에서 우리는 다음과 같은 방법을 보여주었습니다.

이러한 접근 방식은 환경 분야에 특히 적합할 수 있습니다.

역학적 응용 분야에 대한 자세한 설명을 제공했습니다.

이 방법의 구현 및 재현 가능한 구현.

대전 타이어 공장 사건 이후, 10건의 먼지 발생

시 소유의 흡수 차량 4대와 도로 청소 차량 4대

대덕시 소속 차량들이 배치되었다.

공기 중 먼지를 제거합니다. 시 교육부

사고 현장 인근 17개 학교에 위험 평가를 실시하여 지원했습니다.

학교 운동장 평가, 실내 공기 질 평가, 공기청정기 필터 교체 자금 지원, 그리고 피해 학교

청소 등이 포함됩니다. 하지만 저희가 아는 한,

대규모 도시 화재 재난에 대한 구조화된 대응 프로토콜 및

피해 지역 주민들을 위한 연구 안내서는 없습니다.

한국에서 구매 가능합니다.

재난은 생리적, 심리적 안녕에 영향을 미치고 재산 피해와 주민 이주를 야기할 수 있

니다.⁴⁶⁻⁴⁹ 예상되는 기후 변화 시나리오 하에서, 증가된

산업 화재 재해 발생 건수는 13,500건으로 예상됩니다. 따라서,

화재 발생 시 대중의 대응을 위한 적절한 관리 계획이 수립되어야 합니다.

사전에 개발되어야 합니다. 가능하다면 계획은 다음과 같이 맞춤화되어야 합니다.

특정 유형의 재난(산불, 도시 화재, 자연재해)을 관리해야 하며, 비상 상황을 고려해야 합니

다.

해당 지역의 대응 능력.

본 연구에는 몇 가지 한계점이 있으며, 이에 대해 말씀드리고자 합니다.

인정합니다. 첫째, 노출 오분류가 발생했을 수 있습니다.

화재 확산 범위(화재 발생 지역)와 통제 지역을 정의할 때.
화재 연기의 분포는 소방 활동의 영향을 받습니다.
기온, 풍향, 화석 및 배출물을 포함한 기상 조건.7 비록 우리가 고려했지만

공장 주변의 위성 이미지와 풍향
화재 발생 시간, 상세한 환경 노출 및 기상 평가 자료는 이전 화재 연구와 마찬가지로 이용
할 수 없었습니다.13 그러나 민감도 분석을 수행하면

"노출된" 지역에 대한 서로 다른 정의는 결과를 바꾸지 않았습니다.
연구 결과.
둘째, 일상적으로 모니터링되는 오염물질로 제한되었기 때문에 평가 대상 오염물질의
수가 제한적이었습니다. 이전의 산업 화재 사고 및 타이어 화재는 이러한 오염물질에 해당
합니다.
기존 대기 오염 물질의 농도를 증가시켰을 뿐만 아니라
또한 PAH를 포함한 유기 및 무기 오염 물질도 포함됩니다.
이 실험에서는 측정되지 않은 VOC 및 중금속이 포함됩니다.
연구.51-53 또한, 타이어 공장 연기는 공기뿐만 아니라 다른 것에도 영향을 미칠 수 있습니다.
오염 수준뿐만 아니라 주변 수질과 토양의 질도 포함됩니다.53
따라서 첫 번째 제한 사항에 따라 신속하고 고품질의 서비스가 필요합니다.
주변 환경에 대한 환경 평가
화재 재발 발생 후에는 전반적인 환경 부담을 추정하고 노출된 개인을 명확하게 정의해야
합니다.13
이전 재난 연구에서,13 개인 피해의 정확한 추정
본 연구에서는 환경 노출에 대한 정보를 얻을 수 없었습니다. 공기
노출 지역의 오염 수준은 오직 추정만 했다.
고정 관측소(관측소 1)의 모니터링 결과로부터
공장에서 500m 떨어진 곳에 위치해 있습니다. 또한, 증가된 수치를 보입니다.
화재 발생 후 몇 시간 동안 1번 관측소의 미세먼지 시간별 관측 자료가 누락되었습니다(표
S1 및 그림 참조).
S4). 결측값이 존재한다고 가정하는 것이 합리적이지만
모니터링 결과에서 나타난 현상은 화재 발생 후 오염물질 농도가 극도로 높아진 데 기인할
수 있으며, 자세한 이유는 다음과 같습니다.
누락된 관측 자료는 해당 부처에서 제공하지 않았습니.
환경적인 측면에서도 마찬가지입니다. 게다가 공장 인근에 거주하는 주민들은 일상생활
에 변화가 생겼을 것으로 추정됩니다(예: 더 많은 시간을 공장에서 보내는 등).
살내에서 마스크 착용을 늘리거나 고요를 미루자 공기 필터가 장착된 공기청정기 사용을 늘
려 바이러스 노출을 최소화해야 합니다.
화염 기둥. 하지만 이러한 변화는 확인 없는 알 수 없습니다.
개인 활동 패턴에 대한 상세한 평가.
셋째, 본 연구는 병원 방문 데이터를 기반으로 했기 때문에,
병원 밖에서 발생하는 경미한 증상 및 불만 사항
설정 요소가 간과되었습니다.15 따라서 본 연구는 과소평가되었을 가능성이 있습니다.
타이어 화재 사고가 건강에 미치는 실제 영향.
넷째, 본 연구는 감염되기 쉬운 인구 집단을 평가하지 않았습니다.
화재 연기로 인한 피로감을 유발합니다. 본 연구는 질병의 전반적인 양상을 파악하는 것을 목표로 했습니다.
타이어 공장 사건으로 인한 부담. 작은 규모 때문에
인구 및 질병 발생 건수에 대한 자료가 지역별 비교에 사용 가능했지만, 더 세분화된 분석
은 수행할 수 없었습니다.
복수.

결론
매립지 타이어 화재 사고의 빈번한 발생 빈도와 풍부한 매립량에도 불구하고
노출 평가 연구와 관련하여, 몇몇 연구에서는 다음과 같은 내용을 보고했습니다.
타이어 화재 연기가 공중 보건에 미치는 영향. 우리는 대형 화재 사례를 연구했습니다.
대전의 한 타이어 제조 공장에서 발생한 사건.
한국에서 2023년 3월 12일에 시작하여 3일간 지속된 이 행사에서는 최첨단 기술이 사용되었습니다.
화재 발생 시점을 활용한 진실학적 방법
그리고 여러 질병 범주를 고려했습니다. 타이어 화재 연기는 다음과 같을 수 있습니다.
공장 인근에 거주하는 사람들의 건강에 영향을 미치는 유독성 오염 물질을 포함하고 있습
니다. 타이어 공장 화재 연기 속에 사는 주민들은
노출된 지역에서는 호흡기 질환 발병률이 증가한 것으로 나타났습니다.
피부 및 신경계 질환. 적절한 관리 계획
도시 화재 재해에 대한 대중의 반응 및 역학적
이러한 재난 발생 후 피해 주민들에 대한 평가가 필요합니다.

감사의 말씀
위성 처리를 담당해 주신 나라우주기술에 감사드립니다.
본 연구에 사용된 이미지입니다.
본 연구는 국가연구재단의 지원을 받았습니다.
한국 정부(산업통상자원부)의 지원을 받아 수행된 한국 연구비 지원 사업입니다.
과학 및 ICT) (RS-2023-00210534)에서 CH로
본 연구에서는 국가 맞춤형 데이터베이스를 활용했습니다.
건강보험공단(NHIS) 정책 및 학술 분야
연구. 이 연구의 목적과 결론은 연구와 무관합니다.
본 연구의 연구 번호는 대한민국 국민건강보험공단(NHIS)입니다.
NHIS-2023-1-632입니다.

참고 자료
1. Wang Z, Li K, Lambert P, Yang C. 2007. 타이어 화재 생성물에서 열분해성 다환 방향족 탄화
수소 및 기타 유기 화합물의 식별, 특성화 및 정량화. J Chromatogr A 1139(1):14-26, PMID:
17112533, <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2006.10.085>.
2. Reisman JI. 1997. 페타이어 연소로 인한 대기 배출. EPA/600/R-97/115
(NTIS PB98-111701). 워싱턴 D.C.: 미국 환경보호청.
https://www3.epa.gov/ttn/cat1/dir1/tire_eng.pdf [2023년 8월 15일 접속].
3. Lemieux PM, Ryan JV. 1993. 항공기에서 배출되는 대기 오염 물질의 특성 분석
모의 페타이어 화재. Air Waste 43(8):1106-1115, <https://doi.org/10.1080/1073161X.1993.10467189>.
4. Raudonyte-Svirbutaviene E, Stak enien e R, Jok sas K, Valiulis D, Bycenkiene S, arkov A. 2022.
Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy metallics in soil following a large tire
fire incident: a case study. Chemosphere 286(ppt)
1):131556, PMID: 34311403, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131556>.
5. 나달 M, 로바라 J, 디아즈-페레로 J, 슈마허 M, 도밍고 JL. 2016. 휴먼
스페인 타이어 매립지 화재 후 환경 오염 물질 노출: 건강
위험. Environ Int 97:37-44, PMID: 27771564, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.10.016>.
6. Downard J, Singh A, Bullard R, Jayarathne T, Rathnayake C, Simmons DL 등
al. 2015. 매립지에서 파쇄된 타이어의 제아드지 않은 연소 - 1부: 기체 및 입자상 물질 배출 특성 분석.
Atmos Environ (1994) 104:195-204, PMID: 25663800, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.12.059>.
7. Singh A, Spak SN, Stone EA, Downard J, Bullard R, Pooley M, et al. 2015.
매립지에서 파쇄된 타이어의 통제되지 않은 연소 - 2부: 인구 노출, 공중 보건 대응 및 도시 화재에 대한
대기질 저수. Atmos
Environ (1994) 104:273-283, PMID: 25624787, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.002>.
8. 캘리포니아 환경보호국. 2002. 주의회 보고서, 타이어
화재 연기: 주요 구성 성분 및 공중 보건에 미칠 수 있는 잠재적 영향.
캘리포니아주 세크라멘토: 캘리포니아 환경보건위험평가국.
9. Muñoz DM, Abella JJ, Montaña M, Miranda I, Sarmiento R, Osorio S. 2016.
2014년 보고타 DC에서 발생한 타이어 화재와 관련된 소아 호흡기 증상.
ISSE 컨퍼런스 초록 2016(1):P3-281, <https://doi.org/10.1289/isee.2016.4048>.
10. 환경과학연구소. 2023. 건강 위험 평가: 2021
영벌리 타이어 화재. 캐네루루, 뉴질랜드 포리루아: 환경 연구소
과학 및 연구. <https://www.ecan.govt.nz/get-involved/news-and-events/2018/영벌리-타이어-화재-복구-진행-상황/> [2023년 8월 15일 접속].
11. Rovira J, Domínguez-Morueco N, Nadal M, Schuhmacher M, Domingo JL.
2018년. 다환 방향족 탄화수소 배출량의 시간적 추세
스페인 대형 타이어 매립지 화재: 인체 건강 위험 평가. J Environ.
Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng 53(3):222-229, PMID: 29111871,
<https://doi.org/10.1080/10934529.2017.1387023>.
12. Sidhu KS, Keeslar FL, Warner PO. 2006. 타이어 화재와 관련된 잠재적 건강 위험
연구. 독성학 국제 13(1):1-17.
13. Volckens J, Haynes EN, Croissant SP, Cui Y, Errett NA, Henry HF 등. 2023. 건강
재난 이후 연구: 생서 과학의 도전과 기회. Environ Health Perspect 131(6):065002, PMID:
37389972, <https://doi.org/10.1289/EHP12270>.
14. Li JC, Casher D. 2020. 도시 고철 처리장 화재가 호흡기 관련 소아 응급실 방문에 미치는 영향. J
Occup Environ Med 62(9):764-770, PMID: 32890216, <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001972>.
15. Lipsett M, Waller K, Shusterman D, Thollaug S, Brunner W. 1994. 대규모 도시 화재의 호흡
기 건강 영향. Am J Public Health 84(3):434-438, PMID: 8129061, <https://doi.org/10.2105/ajph.84.3.434>.
16. 반 캄프 I, 반 데르 벨렌 PG, Stellato RK, Roorda J, 반 룬 J, Kleber RJ,
et al. 2006. 재난 직후의 신체적, 정신적 건강: 첫 번째 결과
연스헤데 불꽃놀이 참사 연구. Eur J Public Health 16(3):253-259, PMID:
16157614, <https://doi.org/10.1093/eurpub/cki188>.
17. An Han H, Han I, McCurdy S, Whitworth K, Delcios G, Rammah A, et al. 2020.
인터컨티넨탈 티카널 화학물질 화재 연구: 산업 현장 화재에 대한 신속 대응

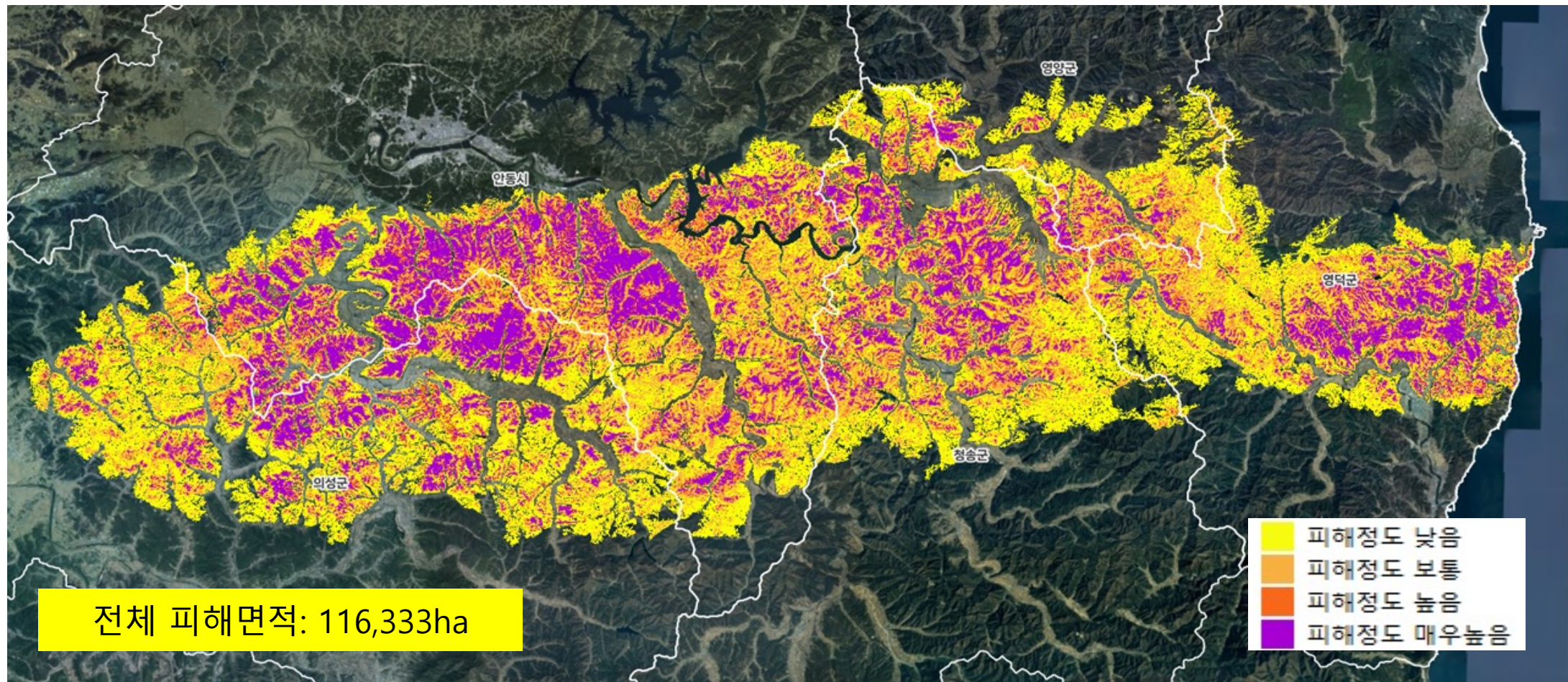
- 텍사스주 디팔라주 주민들의 우려를 해소하기 위한 제안. *Int J Environ Res Public Health* 17(3):986, PMID: 32033278, <https://doi.org/10.3390/ijerph17030986>.
18. Miller A, Yeskey K, Garantzotis S, Arnesen S, Bennett A, O'Fallon L 등. 2016. 재난 대응에 건강 연구를 통합하기: 새로운 NIH 재난 연구 대응 프로그램. *Int J Environ Res Public Health* 13(7):676, PMID: 27384574, <https://doi.org/10.3390/ijerph13070676>.
 19. Wertis L, Runkle JD, Sugg MM, Singh D. 2023. 허리케인 아이다의 정신 건강 영향 조사: 분석 결과. *Geohealth* 7(2): e2022GH000707, PMID: 36776989, <https://doi.org/10.1029/2022GH000707>.
 20. Schwarz L, Aguilera R, Aguilar-Dodier LC, Castillo Quiñones JE, García MEA, Benmarhnia T. 2023. 산불 번개는 국경을 모른다: 샌디에이고-티후아나 지역의 산불 건강에 대한 장기 영향의 자발적 취약성. *PLOS Global Public Health* 3(6):e0001886, PMID: 37347761, <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0001886>.
 21. Han C. 2022. 유발 지진 활동과 불안 및 스트레스 관련 정신 장애의 급성 발달: 2017년 포함 지진 연구 결과. *환경 건강 전망* 130(6):067701, PMID: 35737513, <https://doi.org/10.1289/EHP106701>.
 22. Han C. 2023. 지진 활동과 기온 장애 발생: 2016년 광주 지진 연구 결과. *Sci Total Environ* 867:161328, PMID: 36603645, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161328>.
 23. Cheol Seong S, Kim YY, Khang YH, Heon Park J, Kang HJ, Lee H, et al. 2016. 대아미 리스스 프로그램: 대한민국 국민건강보험공단의 국민건강정보 데이터베이스. *Int J Epidemiol* 46(3):799–800, PMID: 27794523, <https://doi.org/10.1093/ije/dyw253>.
 24. Basu S, Meghani A, Siddiqi A. 2017. 대규모 공공 정책 변화의 건강 영향 평가: 고전적 접근법과 새로운 접근법. *Annu Rev Public Health* 38:351–370, PMID: 28384086, <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044208>.
 25. Nianogo RA, Benmarhnia T, O'Neill S. 2023. 가뭄 진후 데이터를 사용한 분석 방법 비교: 역학자를 위한 소개 및 시뮬레이션 연구. *Int J Epidemiol* 52(5):1522–1533, PMID: 37023467, <https://doi.org/10.1093/ije/dyad032>.
 26. Sheridan P, McElroy S, Casey J, Benmarhnia T. 2022. 일반화된 합성 제어 방법을 사용하여 극한 기상 현상이 인구 건강에 미치는 영향을 추정합니다. *역학* 33(6):788–796, PMID: 36166207, <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000001539>.
 27. Yang M, Ahn J, Shin D. 2018. 한국의 공개 정부 데이터를 이용한 수위 변화에 기반한 하천 유역 경계의 3D 시뮬레이션. *Spat Inf Res* 26(2):175–185, <https://doi.org/10.1007/s41324-017-0162-y>.
 28. 국립환경연구원. 2022. 2022년 한국 대기질 연보. 세종시: 대한민국 환경부. <https://library.me.go.kr/#/search/detail/5907379> [2023년 9월 20일 접속].
 29. Lee DW, Han CW, Hong YC, Oh JM, Bae HJ, Kim S, et al. 2021. 대도시 노인의 장기 대기 오염 노출과 심부전으로 인한 입원: S패널 연구. *Int Arch Occup Environ Health* 94(7):1605–1615, PMID: 34089350, <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01724-9>.
 30. 박 J, 김 YY, 강 HY, 이 J, 김 I, 이 J 외. 2017. 한국 국민건강보험공단의 국민건강정보데이터베이스를 활용한 국가 및 지역 수준의 사망률과 가계수명 모니터링. *대한의학지* 32(11):1764–1770, PMID: 28960027, <https://doi.org/10.3346/jkms.2017.32.11.1764>.
 31. WHO. 2019. ICD-10 버전: 2019. <https://icd.who.int/browse10/2019/en#> [2023년 8월 15일 접속].
 32. Han C, Oh J, Lee DW, Kim S, Bae HJ, Jang Y 등. 2021. 미세먼지와 노인 노출 후 생존율: 한국에서의 후향적 코호트 연구. *Environ Res* 197:111139, PMID: 33848554, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111139>.
 33. Xu Y. 2017. 일반화된 합성 제어 방법: 상호작용 고정 효과 모델링을 사용한 인과 추론. *Polit Anal* 25(1):57–76, <https://doi.org/10.1017/pan.2016.2>.
 34. Nianogo RA, Zhao F, Li S, Nishi A, Basu S. 2024. 6년간 매드캐이드 확대와 인종-민족-성별에 따른 심혈관 질환 불균형: 일반화된 합성 대조군 접근법. *역학* 35(2):263–272, PMID: 38290145, <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000001691>.
 35. Xu Y, Liu L, Xu MY. 2021. 파크 'gsynth'. <https://cran.r-project.org/web/packages/gsynth/> [2023년 8월 15일 접속].
 36. Lioy P J, Weisel CP, Millette JR, Eisenreich S, Vallero D, Offenberg J, 외. 2002년. 세계무역센터(WTC) 붕괴 후 연해운 납부, WTC 동쪽에 가라앉은 먼지/연기 에어로졸의 특성 분석 11. 2001년 9월. *Environ Health Perspect* 110(7):703–714, PMID: 12117648, <https://doi.org/10.1289/ehp.02110703>.
 37. WHO(세계보건기구). 2021. WHO 세계 대기질 가이드라인: 미세먼지 (PM2.5 및 PM10), 오존, 아산화질소, 아산화황 및 일산화탄소. 스위스 제네바: 세계보건기구. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf> [2023년 8월 15일 접속].
 38. Thurston GD, Balme JR, Garcia E, Gilliland FD, Rice MB, Schikowski T 등. 2020. 실외 대기 오염과 새로 발생하는 가드 질환. 미국 흉부학회 공식 위약론 보고서. *Ann Am Thorac Soc* 17(4):387–398, PMID: 32233861, <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202001-046ST>.
 39. Huff RD, Carlsen C, Hirota JA. 2019. 대기 오염 물질에 대한 호흡기 점막의 면역학적 매개-종에 대한 최신 정보. *J Allergy Clin Immunol* 143(6):1989–2001, PMID: 31176381, <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2019.04.012>.
 40. 김경희, 조대, 박혜정. 2016. 대기오염과 피부질환: 공기 중 미세먼지가 다양한 피부질환에 미치는 영향. *생명과학* 152:126–134, PMID: 27018067, <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2016.03.039>.
 41. Lee H, Myung W, Cheong HK, Yi SM, Hong YC, Cho SI, et al. 2018. 대기 오염 노출과 편두통 위험: 고온도의 상승 효과. *Environ Int* 121(pt 1):383–391, PMID: 30245361, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.022>.
 42. Li W, Bertisch SM, Mostofsky E, Buettner C, Mittleman MA. 2019. 날씨, 대기 오염 및 편두통 환자의 편두통 발병 위험. *Environ Int* 132:105100, PMID: 31446321, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105100>.
 43. 페르난데스 MJS, Carletti CO, Sierra de Araújo LF, Santos RC, Reis J. 2019. 호흡기, 대기 오염 및 간질. *Rev Neurol (Paris)* 175(10):604–613, PMID: 31519304, <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2019.07.013>.
 44. Block ML, Calderón-Garcidueñas L. 2009. 대기 오염: 신경 병증 및 중추신경계 질환의 매개-종. *Trends Neurosci* 32(9):506–516, PMID: 19716187, <https://doi.org/10.1016/j.tins.2009.05.009>.
 45. Craig P, Katikireddi SV, Leyland A, Popham F. 2017. 자연 실험: 공공 보건 개입 연구에 대한 방법, 접근 방식 및 기여에 대한 개요. *Annu Rev Public Health* 38:39–56, PMID: 28125392, <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031816-044327>.
 46. Liu JC, Pereira G, Uhl SA, Bravo MA, Bell ML. 2015. 산불 연기에 대한 비직접적 노출로 인한 신장 건강 영향에 대한 체계적 검토. *Environ Res* 136:120–132, PMID: 25460628, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.10.015>.
 47. Landrigan PJ, Lioy PJ, Thurston G, Berkowitz G, Chen LC, Chillrud SN 등. 2004. 세계무역센터 참사의 건강 및 환경적 결과. *Environ Health Perspect* 112(6):731–739, PMID: 15121517, <https://doi.org/10.1289/ehp.6702>.
 48. Slottje P, Witteveen AB, Twisk JWR, Smidt N, Huizink AC, van Mechelen W 등. 2008. 소방관과 경찰관의 재난 후 신체적 증상: 노출 유형 및 외상 후 스트레스 증상의 역할. *Br J Health Psychol* 13(pt 2):327–342, PMID: 17535500, <https://doi.org/10.1348/135910707X198793>.
 49. Galea S, Brewin CR, Gruber M, Jones RT, King DW, King LA, et al. 2007. 허리케인 카트리나 이후 허리케인 관련 스트레스 요인 노출과 정신 질환. *Arch Gen Psychiatry* 64(12):1427–1434, PMID: 18056551, <https://doi.org/10.1001/archpsyc.64.12.1427>.
 50. Carlin D, Arshad M, Baker K. 2023. 산업 부문의 기후 위험. 스위스 제네바: 유엔 환경 프로그램 금융 아카데미. <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2023/04/Climate-Risks-in-the-Industrials-Sector.pdf> [2023년 8월 15일 접속].
 51. Griffiths SD, Chappell P, Entwistle JA, Kelly FJ, Deary ME. 2018. 23건의 주요 산업 화재 발생 시 입자상 물질 배출 연구: 인체 건강에 미치는 영향. *Environ Int* 112:310–323, PMID: 29554638, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.12.018>.
 52. Griffiths SD, Entwistle JA, Kelly FJ, Deary ME. 2022. 주요 산업 화재 발생 시 방출되는 유해 유기 및 무기 물질의 지표 연 농도 특성 및 인체 건강에 미치는 영향. *Environ Int* 162:107152, PMID: 35231840, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107152>.
 53. Cuevas J, González-Santamaría DE, García-Delgado C, Ruiz A, Garralón A, Ruiz AI 등. 2020. 타이어 화재 사고가 토양 오염에 미치는 영향과 침투 광물을 자연 자라 치료하는 방법. *Environ Geochem Health* 42(7):2147–2161, PMID: 31848783, <https://doi.org/10.1007/s10653-019-00485-2>.

경북산불과 주민건강피해 (경북 안동 사례를 중심으로)

안동환경운동연합 서옥림 사무국장

경북산불 개요

- 1차 발화지점: 의성군 안평면 괴산리. 2025. 3. 22.(토). 11:24
- 2차 발화지점: 의성군 안계면 양곡리. 2025. 3. 22.(토). 14:36
- 산불확산지역: 의성, 안동, 영양, 청송, 영덕5개 시군
(안동확산 2025. 3. 24.(월) 17:02)
- 발화에서 진화까지 3.22~3.28. 149시간 (3.28 5개 시군 비 내림)
- 사망자: 26명
- 이재민: 2,128가구, 3,509명
- 주택피해: 4,458채
- 산림: 99,490ha(994.9 km²)-산림청 . 116,333ha-민간조사



2025 경북산불 피해확산 원인조사 프로젝트(부산대 홍석환교수팀)

25.3.25 15:29



25.3.25 15:45





안전안내문자

3분 전



정정)관내 전역으로 산불 확산 중. 전 시민은 안전한 곳으로 대피하여 주시고, 먼저 대피하신 분들은 대피하신 곳에서 안전하게 머물러 주시기 바랍니다.
[안동시]

안전안내문자

6분 전



관내 전역으로 산불 확산 중. 전 시민은 안전한 곳으로 대피하여 주시고, 먼저 대피하신 분들은 안전한 곳에 머물러 주시기 바랍니다.[안동시]

안전안내문자

11분 전



관내 산불이 우리 시 전역으로 확산되고 있으니 전 시민은 안전한 곳으로 대피하시고, 창문 닫기, 외출자제, 마스크 착용 등 안전에 각별히 유의 바랍니다.
[안동시]

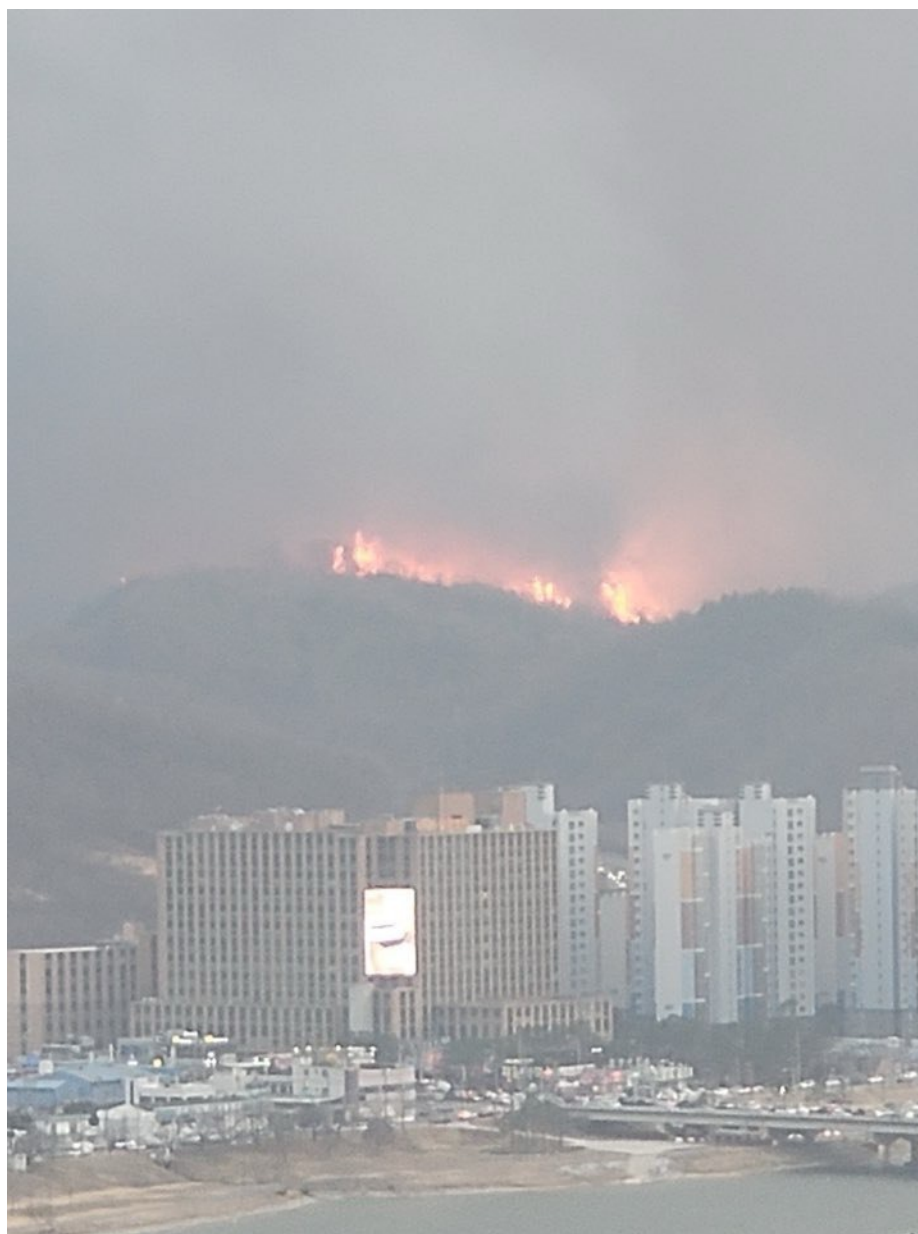
25.3.25. 17:11



25.3.25 17:40



25.3.26 16:34



25.3.27 22:21

안동 예천 사는 사람입니다

산불로 지금 지역이 초토화가 되고있습니다

어제 새벽에는 불이 집으로 넘어올까봐 잠못들고

오늘은 연기때문에 유독가스 흡입하며 연기에 질식할까 잠 못듭니다

어제 낮 미세먼지와 초미세먼지 수치는 한때 1200이 넘어 측정되지않을 정도였습니다

이정도인데 뉴스에서는 산불 현황만 중계될 뿐 지역민들이 어찌 대처해야하는지에 대한 방안은 제시하지 않고 있습니다

그리고 정부에서도 또는 시, 도에서도 아무런 안전 지침도 없습니다

직장인들은 대피권고가 없으니 출근해야하고

그 가족들 역시 지역을 벗어나거나 대피하지 못한채

유독가스를 맡으며 집을 지킵니다

이게 맞나요?

작은 산불도 아니고 지역을 둘러싸고 있어서

유독가스 속에 갇힌 느낌인데

이게 얼마나 어린 아이들이나 노약자들에게 위협적인지 안 내도 하나도 없고

가능하다면 얼른 다른 지역으로 대피하라는 안전 매뉴얼도 하나 없나요



83 별남매맘 2



.저는 7주공 사는곳에 들어 온거같아요.냄새나요.

2025.03.26. 21:09 답글쓰기



94꼬깔맘 1 작성자



진짜 집에 불난거처럼 숨쉬기 힘드네요
ㅠ

아이들 있는데 어째야할지 ㅠㅠ

2025.03.26. 21:10 답글쓰기



83 별남매맘 2



94꼬깔맘 저는 가슴기 틀었어요

2025.03.26. 21:10 답글쓰기



94꼬깔맘 1 작성자



83 별남매맘 공기청정기 한대로 소용도
없네요 ㅠㅠ

2025.03.26. 21:11 답글쓰기



89 별이 1



옥동에 사는데 탄냄새 집안에서 나요 ㅠㅠ

2025.03.26. 21:11 답글쓰기



94꼬깔맘 1 작성자



자다가 어떻게 될까 무섭네요 ㅠ

2025.03.26. 21:11 답글쓰기

부모님 집이 전소되었다는 얘기고 요즘 매일같이 전화하고있는데 처음보다 목소리가 점점 더 잠기시고 잔기침도 자주 하시는거 같아요...ㅠㅠ 원래 감기 같은 거 잘 안 앓으시던 분들인데 요즘은 목이 쓰라리다, 목 안에 뭐 낀 것 같다 이런 얘기를 자주 하셔서 괜히 마음이 무겁더라고요.... 옥동쪽에 이비인후과 다녀오셨는데 썩 시원찮았나봐요 감기약만 3일치 받아왔다고 하시더라고요....

제가 기사를 봤는데, 산불 연기나 잔류물들이 코나 목 점막에 남아서 기침이나 가래, 목 통증 같은 후유증이 꽤 오래 가는 경우도 있다고 해서 혹시 그게 영향이 있진 않을까... 계속 마음이 쓰여요.

혹시 산불 이후에 부모님이나 주변 분들 중에 비슷한 증상 겪으셨던 분들 계실까요?

그때 혹시 뭔가 해드렸던 관리나 루틴 있으셨으면 공유 좀 부탁드립니다

85나을자을맘
저희 큰아버지도 산불 근처에 계셨는데 처음엔 아무렇지 않으셨거든요.
근데 며칠 지나니까 갑자기 목이 붓고 가래가 안 가라앉아서 의료원 다니시기 시작했어요..
뉴스에서도 그러더라고요. 산불 연기 속 입자들이 코나 목 점막에 남아서,염증처럼 늦게 반응 오는 경우가 많다고그래서 신경쓰이긴 하더라고요ㅠ

2025.04.08. 11:21 답글 쓰기

83에서마미 작성자
저희 부모님도 단순 비염이나 감기인줄 알았는데 꽤 오래가서 걱정되더라고요
ㅠㅠ

2025.04.08. 11:34 답글 쓰기

92우서둥이
저도 요즘 산불 난 이후로 자꾸 헛기침하고 가래가 끓더라고요 밤엔 더심해지는거같아서 병원 갔는데 화재나고 연기 잔류물이 공기에 남을수 있다고 하시더라고요 그게 코나 목 점막에서 염증을 일으킬수 있다고 마스크 쓰고 코에서 목뒤로 넘어가는거 점막세척제로 하루 두번씩 소독 하라고 해주셔서 매일 하는중이에요

77하니맘
저도 여태 이런거 생긴적이 없는데 연기 좌옥한 공기 며칠 마시고 나니 목안쪽에 너무 따가워서 이비인후과 가니 퀘양성 구열이 목젖 바로 옆에 생겼다며 약 처방해주는 거 1주일 가량 먹고 나아졌는데 지금도 목안이 계속 칼칼하고 그래요ㅠ

2025.04.08. 15:55 답글 쓰기

83에서마미 작성자
헉... 증상이 딱 저희 부모님이랑 비슷하
신거같아요 ㅠㅠ

2025.04.10. 10:41 답글 쓰기

73똥똥구름
아우 당연히 영향이 있겠조 전 며칠만 있는데도 눈이 따갑고 코목에서 재냄새 올라오던걸요(엄청 민감한편)
그 연기에 어찌 관촬을수 있을까요 후유증 걱정돼요 밥주는 길고양이도 목이 다 쉬어서 이상한 소리내더라고요ㅠ

2025.04.08. 16:33 답글 쓰기

83에서마미 작성자
오늘 또 통화했는데 아직도 기침하시더라고요 ㅠㅠ 병원약도 잘 드시고 계시다고 하던데....

2025.04.10. 10:41 답글 쓰기

"숨쉬기조차 힘들어"

TBC

미세먼지 (오전 10시)

단위: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

출처: 한국환경공단

8
TBC뉴스

제주
26



산불 지역 미세먼지 가득... 위성으로 본 경북 산불

조희수 417회 2025. 3. 27.

언론 보도

- **산불 장기화에 연기 유해물질 급증 ...호흡기 건강 비상 | 연합뉴스 2025. 3. 26.**
- 산불 규모가 가장 큰 경북 의성에선, 하루 평균 초미세먼지 농도가 불이 나기 전보다 5배 가까이 급증했고, 인체에 해로운 일산화탄소도 2배로 증가했습니다.
- **경북 산불 1년...피해주민 트라우마·호흡기 질환에 시달려 | TBC 뉴스 2026. 4. 9.**
- 대한민국의학한림원이 경북산불의 이재민 400명을 대상으로 장단기 건강 영양조사 모델 개발 연구를 실시했습니다. 연구결과 새롭게 발생한 증상으로는 우울감과 수면장애 등 정신 증상이 71%로 가장 높았고 호흡기 증상이 55%로 뒤를 이었습니다. 호흡기 질환은 산불 발생으로 5배 이상 증가했고 ..

조사

- 질병관리청 2026. 5. 1
- 국립보건연구원, 대한민국의학한림원
- 2026.2 설문조사
- 경북 산불 피해 주민 400명(의성군 200명, 안동시 200명)
- 피해 주민의 34.3%는 PTSD 고위험군으로 판정
- 주택 피해를 본 이재민(42.1%)이 고위험군 비율이 더 높았다
- 오상훈 의정부을지대병원 정신건강의학과 교수는 "주택 파손과 기존 정신과 치료 이력이 심리적 부담을 가중하는 핵심 독립 위험요인으로 규명됐다"
- 호흡기 질환으로 진단 또는 치료를 받은 응답자는 산불 발생 이전 25명(6.2%)에서 산불 이후 140명(35.0%)으로 5.6배 증가

산불 노출 후 건강변화

경북 산불 피해 주민 400명 대상

단위: 명

● 새롭게 발생한 증상

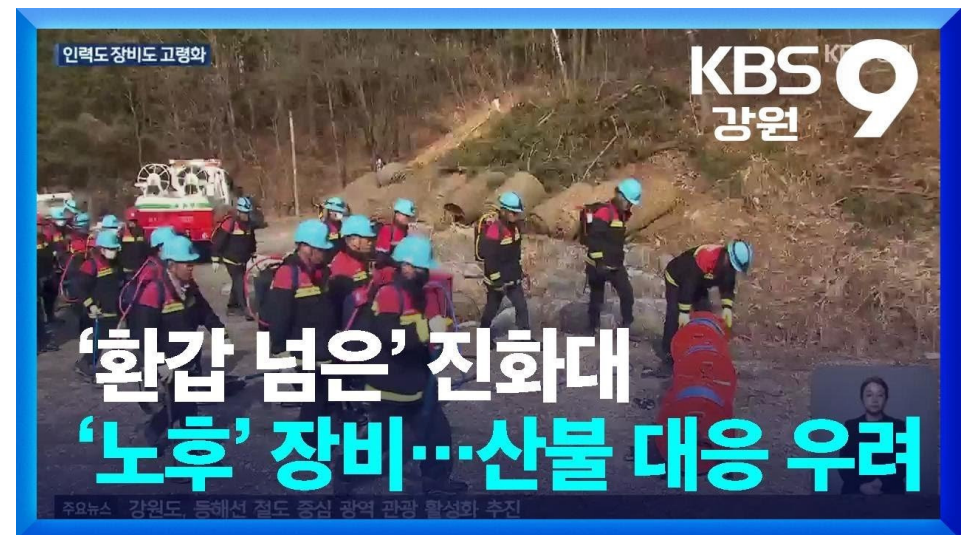


자료: 질병관리청(한청우 충남대 의대 예방의학교실 교수)

The JoongAng

건강영향 피해자

- 주민 > 산불진화대, 소방대원 > 인접거주 > 시민



실제 대응은?

- 워낙 큰 피해
- 1주일 연기 걸힘. 초기 상황 파악 어려움
- 책임 부처 없음
- 감염병이 아니어서 역학조사 없음.
- 환경운동에서도 산림정책 위주 대응
- 환경보건 대응 없음
- 피해자는 피해보상만 대응하기에도 벅찬 현실

실제 대응은?

- 찾아가야 하는 번거로움
- 기존 피해대책은 재산에 집중
- 산불특별법 제26조(의료서비스의 지원 내용·방법 등)
- ① 법 제21조에 따른 의료서비스는 산불로 인한 신체적·정신적 질병 및 부상과 그 후유증(이하 “부상등”이라 한다)의 치료가 필요한 사람에게 제공한다.
- 의성) 당시 호흡기 질환 호소 주민들도 꽤 있었지만, 실제 병원을 못 감. 간 분 중에는 입원치료 소견도 있었음. 현재까지 건강 이상 있는 분 있음
- 추가지원신청은 되나 병원비 보상 지급유무를 모름. 진단서. 병원이력. 제출해야 함. 소견서. 증거가 됨. 상황은 안 됨, 통계가 없음. 실제 피해를 반영하기는 어렵다.)
- 이철우 경북도지사 30만원 = 연기 마신 값이냐.

제언

- 우리나라 산림특성+기후영향 산불은 앞으로도 나타날 것.
- 대기영향은 대상을 가리지 않는다.
- 하지만 위 사례는 초대형 산불.

- 부처별 업무 정리, 관련법 제정
- 건강영향조사, 모니터링 체계 구축
- 누가 할 것인가? 별도의 체계? 혹은 기존체계 역량 강화?

- 후속 연구 필요
- 시민단체와 기관 거버넌스
- 자원봉사 대상자와 1:1 마크(행정, 건강, 연락 등등)
- 지자체 기후재난 대응 매뉴얼 필요

제9회 환경보건시민센터 포럼

도시화재와 시민 건강영향



일시: 8월 19일 (수) 14:00



참여: 온라인 줌 (우측 QR)

참여대상: 관심있는 시민 누구나 가능합니다.



온라인 참여 QR



프로그램



사회 : 백도명 / 서울대 보건대학원 명예교수



발제1: 화재와 시민 건강대책

이동태 / 고려대 보건정책관리학부 교수



발제2: 사례 발표

- 2026년 인천 쿠팡 화재: 인천환경운동연합
- 2025년 광주 금호타이어 화재: 광주환경운동연합
- 2023년/2026년 대전 화재: 대전환경운동연합



발제3: 금호타이어 화재사고 대응과 건강영향조사

이철갑 / 조선대 직업환경의학과 교수



발제4: 대전화재와 급성 건강영향

한창우 / 충남대 예방의학교실 교수



문의 : 062-514-2470 광주환경운동연합



주최 : 광주환경운동연합, 대전환경운동연합, 인천환경운동연합
환경보건시민센터, 환경보건전국네트워크