

## 요약

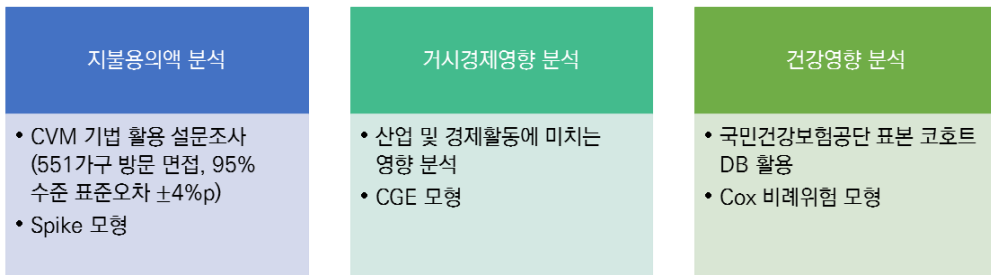
미세먼지 관리정책의 사회경제적 편익은  
연평균 5,400억원으로 투자예산의 3~4배

## 미세먼지 관리정책, 사회경제적 편익 산정으로 타당성 확보 필요

미세먼지 관리는 대규모 예산이 투입되는 공공 정책이다. 서울시의 경우 「서울시 미세먼지 10대 대책」을 위해 2020년까지 4개년간 총 6,417억 원을 투자할 계획이다(서울시, 2017). 이처럼 대규모 예산이 투입되는 정책은 사회경제적 편익 산정을 통해 타당성을 확보할 필요가 있다.

미세먼지에 대한 경제성 분석은 중국 등 주변 국가나 지자체와의 협력을 위해서도 필요하다. 현재 정부 차원에서 수행하고 있는 미세먼지 해결을 위한 동북아 국제협력의 경우 실효성 있는 대책을 마련하는 데 한계를 보이고 있는데, 구체적인 협력사업을 촉진할 수 있는 방안 중 하나는 미세먼지로 인한 피해를 정량화하고 미세먼지 감축을 위한 비용을 산정하는 것이다. OECD, 유럽연합, 미국 등에서는 과학적 분석 결과와 함께 경제성 분석 결과를 활용하여 미세먼지 관리 정책을 수립하고 대내외 협력방안을 마련하고 있다(OECD, 2016; Amann et al., 2011; EPA, 2011). 유럽연합에서 시행하고 있는 미세먼지 해결 협력을 위한 예테보리 의정서(Gothenburg Protocol)가 대표적인 사례이다.

이에 이 연구에서는 서울시 미세먼지 관리 정책의 사회경제적 편익을 다양한 방법을 활용해 산출하였다. 구체적으로 살펴보면, 서울시민의 미세먼지 개선 지불용의액을 조건부가치추정(CV) 기법을 활용해 산출했다. 또한 미세먼지의 거시경제영향(산업 측면), 심미적 영향, 건강영향 등을 연산가능일반균형(CGE) 모형, 가치평가 기법, 국민건강보험공단 표본코호트 DB 등을 활용해 분석했다.



[그림 1] 주요 연구 내용 및 방법

## 서울시 가구당 미세먼지 관리정책 지불용의액은 연평균 138,107원

경제학에서는 일반적으로 재화(상품)나 용역(서비스)이 제공하는 편익을 소비자가 해당 재화나 용역을 구매하기 위해 제시할 수 있는 최대 금액을 통해 산정한다. 이러한 이론적 배경하에 미세먼지 관리 정책의 편익은 일반적으로 시민들이 깨끗한 공기를 얻기 위해 지불할 수 있는 최대금액을 조사·분석하여 산출한다.

이번 연구에서는 서울시 미세먼지 관리 정책의 사회경제적 편익을 산출하기 위해 무작위로 추출된 서울시 551가구를 대상으로 대면면접방식의 설문조사를 실시하였다. 설문조사에서는 2025년까지 서울시 초미세먼지(PM<sub>2.5</sub>) 연평균 농도를 최근 평균보다  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  줄이는 데 소요되는 비용을 개별 가구에서 세금의 형태로 최대 얼마까지 지불할 용의가 있는지를 물어보았다. 농도가 이렇게 개선되면 2025년에 서울시 PM<sub>2.5</sub> 연평균 농도가  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 가 되는데, 이는 세계보건기구(WHO)의 중간 권고기준<sup>3</sup>(WHO, 2006)을 달성하는 수준이다. 설문조사 분석 결과, 서울시 연평균 초미세먼지 농도를 현재보다  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  개선하기 위한 서울시의 가구당 연평균 지불용의액은 138,107원이었다. 지불용의액의 95% 신뢰구간은 125,376원~150,839원이었다. 서울시의 총 가구수를 감안하면, 서울시민의 미세먼지 관리 정책 총 지불용의액은 매년 5,407억 원(95% 신뢰구간, 4,908억 원~5,905억 원)이라고 추정할 수 있다.

**[표 1] 지불용의액 분석모형(스파이크 모형) 결과**

	계수 값	표준오차	p-value	95% 신뢰구간	
$\beta$	0.0000156	9.42e-7	<0.001	0.0000137	0.0000174
상수( $\alpha$ )	2.026832	0.1439092	<0.001	1.744775	2.308889

주: N=388, Log likelihood(LR)=-374.88, Wald chi-square(1)=273.20, p-value<0.001

이 연구에서 제시한 총 지불용의액은 1원이라도 지불할 용의가 있는 가구의 지불용의액과 지불 의사가 없는(또는 지불용의액 0원) 가구의 지불용의액을 모두 합산한 값이다. 예를 들어, A와 B 2가구로 구성된 사회에서 A 가구의 지불용의액은 100원이고 B 가구의 지불용의액은 0원이라면, 해당 사회의 총 지불용의액은 100원(100원+0원)이고 가구당 지불용의액은 50원이다. 서울시 개별 가구의 연평균 미세먼지 관리 정책 지불용의액은 이 연구에서 제시한 값보다 훨씬 높을 수도 있고 낮을 수도 있지만, 모든 가구를 평균할 경우 가구당 약 13만 8천 원이다.

## PM2.5 농도 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 개선 시 서울 고령자 총사망위험도 13.9% 줄어

국민건강보험공단의 표본 코호트 DB를 활용해 미세먼지의 장기 건강영향을 추정된 결과, PM2.5 연평균 농도 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  개선 시 서울 시민의 미세먼지로 인한 사망위험은 약 8.0% 감소하는 것으로 나타났다. 미세먼지 관련 질환 중에서는 허혈성심장질환으로 인한 사망위험이 PM2.5 연평균 농도 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  감소 시 약 40.8% 줄어드는 것으로 나타났다.

또한 미세먼지가 고령자에게 미치는 영향을 확인하기 위해 이번 연구에서는 만 65세 이상 서울 시민을 대상으로 사망위험을 분석하였다. 분석 결과 고령자의 경우 연평균 PM2.5 농도 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  감소 시 총 사망위험이 약 13.9% 줄어드는 것으로 나타났다. 질환별로는 연평균 PM2.5 농도 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  감소 시 허혈성심장질환 사망위험은 약 59.6%, 뇌혈관질환 사망위험은 약 17.9% 줄어드는 것으로 나타났다. 이는 고령자의 PM2.5 노출에 대한 취약성이 다른 연령대보다 더 높음을 보여주는 것이다.

**[표 2] 비례위험모형 추정 결과(고령자 전체)**

	계수 값	표준오차	P-value	상대 위험비	95% 신뢰구간		대조군
성	-0.810	0.062	<0.001	0.445	0.394	0.502	1.6
소득	-0.035	0.010	0.000	0.965	0.947	0.983	6.7
나이	0.119	0.005	<0.001	1.126	1.116	1.136	72.2
PM2.5	0.013	0.007	0.081	1.013	0.998	1.028	29.8

N=18,273명, 미세먼지 질환 사망자=1,108명, LR statistic=713.95(p-value<0,001)

## 건강영향 편익은 연평균 4,139억원...거시경제효과는 연평균 160억원

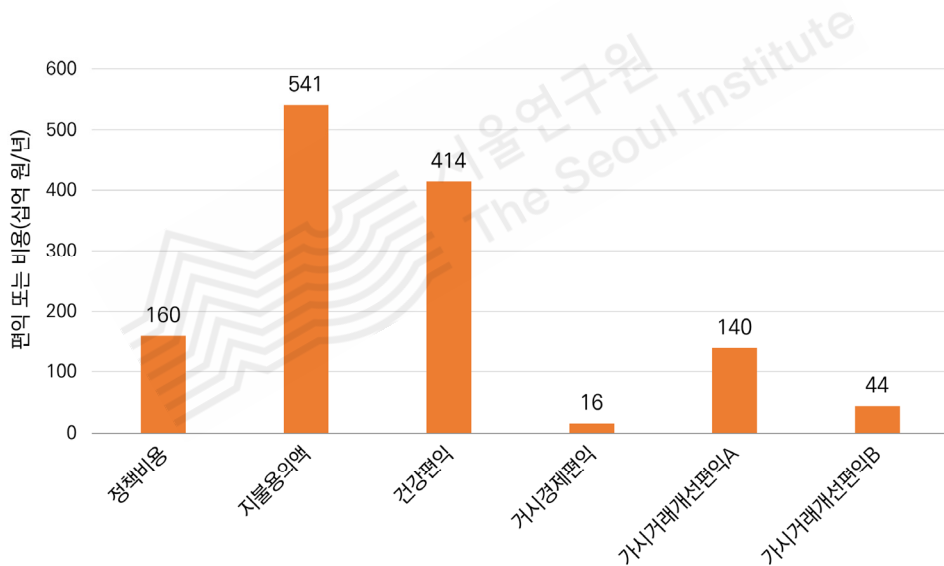
미세먼지 관리 정책으로 인해 줄어들 수 있는 조기사망자 수와 서울 시민의 통계적 생명가치(VSL)를 활용해 서울시 미세먼지 관리 정책의 건강영향 개선 편익을 분석한 결과, 서울시 연평균 초미세먼지 농도가 2025년에  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 도달하면(현재보다  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  개선) 이로 인한 서울 시민의 미세먼지 건강영향 개선 편익은 연평균 4,139억 원일 것으로 추정된다. 이번 연구에서는 미세먼지로 인한 조기사망 영향만을 고려했는데, 사망 이외 미세먼지 질환으로 인한 피해 비용까지 고려한다면 서울시 미세먼지 관리 정책의 건강영향 개선 편익은 더 높아질 수 있다.

미세먼지 농도가 개선되면 의료비용 지출액이 줄고 노동생산성이 증가(노동가능일수 증가)할 수 있다. 또한 농작물 생산량이 늘어나고 여가활동이 증가할 수 있다. 이러한 효과는 개별 산업에만 영향을 미치는 것이 아니라 산업 생태계를 통해 산업 전반에 영향을 미칠 수 있다. 이번 연구에서는 이러한 효과를 일반균형모형(CGE)을 통해 산출했다. 분석 결과 서울시 연평균 미세먼지 농도가 2025년에  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 도달하면(현재보다  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  개선), 서울시의 산업 총생산액(GRDP)은 연평균 160억 원 증가하는 것으로 산출되었다. 이번 연구에서는 자료의 한계로 의료비용 지출액과 노동생산성만을 고려했는데, 다른 영향도 고려하면 산업파급효과는 더 높아질 수 있다.

이밖에도 미세먼지 농도 개선은 심미적 영향 측면에서도 편익을 발생시킨다. 미세먼지 농도가 높으면 가시거리가 떨어지고 이로 인해 불쾌감 또는 우울감 등을 불러일으킬 수 있다. 설문조사를 통해 간접적으로 심미적 영향을 분석한 결과, 서울시 미세먼지 농도가 2025년에  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 도달하면(현재보다  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  개선) 가시거리 개선에 따른 편익이 연평균 최소 438억 원에서 최대 1,400억 원이 될 것으로 추정된다.

## 미세먼지 관리정책 편익이 투자예산의 3~4배 ‘예산증액 필요성 입증’

서울시가 현재 미세먼지 관리를 위해 투자하고 있는 연평균 예산은 1,604억 원인 데 반해(서울시, 2017), 이번 연구에서 산출한 편익은 이를 3~4배 상회한다. 이는 서울시가 미세먼지 문제 개선을 위해 더 많은 예산을 투입할 필요성이 있음을 보여준다. 다만, 여기서 비용은 비용편익 분석에서 일반적으로 사용하는 경제적 비용(economic cost)이 아니라 「서울시 미세먼지 10대 대책」에서 제시한 연평균 정책 비용(financial cost)이기 때문에 엄밀한 의미에서의 비용편익 분석은 아니다. 또한 비용과 편익을 추정한 대상연도가 다르다는 한계도 있다. 그럼에도 불구하고 이러한 비교는 미세먼지 관리 정책의 편익과 비용의 상대적인 규모를 가늠하는 데 유용하다. 추후 미세먼지 관리 정책의 경제적 비용을 산정하는 연구를 통해 엄밀한 의미에서의 비용편익 분석을 수행할 필요가 있다.



[그림 2] 서울시 미세먼지 관리 정책 연평균 편익