

조건부 가치 설문조사를 통한 대기 오염에 대한 서울 시민의 인식 변화 조사

홍재우¹⁾ · 홍진규^{1)*} · 김정환²⁾

¹⁾연세대학교 대기과학과 미기상연구실, ²⁾세종대학교 에너지자원공학과

(접수일: 2019년 5월 8일, 수정일: 2019년 6월 3일, 게재확정일: 2019년 6월 11일)

Contingent Valuation Survey on Changes in Citizens' Perception on Atmospheric Pollution in Seoul, Korea

Je-Woo Hong¹⁾, Jinkyu Hong^{1)*}, and Junghwan Kim²⁾

¹⁾*Ecosystem-Atmosphere Process Lab, Department of Atmospheric Sciences, Yonsei University, Seoul, Korea*

²⁾*Department of Energy and Mineral Resources Engineering, Sejong University, Seoul, Korea*

(Manuscript received 8 May 2019; revised 3 June 2019; accepted 11 June 2019)

Abstract A valuation of air pollution is critical for relevant policy-making for the public and research direction. This study conducted a willingness-to-pay (WTP) survey using contingent valuation method (CVM) in Seoul Korea. In detail, this study puts an emphasis on its temporal changes referred on two surveys conducted in 2014 and 2019. In reference to the previous studies in 2002, our survey indicated that the public awareness of air pollution and interests on its sources and solutions increased noticeably. Our survey showed that WTP increased significantly from 2588 to 4827 and 8240 Korean Won month⁻¹ in 2002, 2014, and 2019, respectively. Moreover, the percentage of respondents to pay the WTP also increased from 48% to 68% and 79% in 2002, 2014, and 2019, respectively. Our analysis based on the number of Google search on particulate matters (PMs) strongly suggests that such the noticeable increases of the public attention to air pollution is well accorded with the moment of the announcement of a standard for ultra-fine particles and the start of PM prediction in late 2013. But the Google search rate grew about 16.7 times in 2009 compared to 2014, which is much larger than the growth rate of interest and WTP between 2014 and 2019. Our results shed light on policy decision for the right person in the right place on the right time in the era of air pollution.

Key words: Air pollution, particulate matter, contingent valuation method, benefit cost, trend

1. 서 론

2019년의 첫 80일 동안 서울을 기준으로, 직경 10 μm 미만의 미세먼지 농도(PM₁₀)가 일 평균 50 $\mu\text{g m}^{-3}$ 이상인 날짜가 50일, 100 $\mu\text{g m}^{-3}$ 이상인 날짜가 9일이 기

록되는 등 이례적으로 높은 미세먼지 농도를 기록하였다(서울특별시 기후환경본부, <http://cleanair.seoul.go.kr/>). 특히 2월 마지막날부터 3월 첫 주까지 지속된 고농도 미세먼지 사례와 함께 정치 사회적 관심이 폭발적으로 증가하였는데, 그 결과 3월 21일 정부 주도의 미세먼지 범사회적 기구(가제)의 출범을 알렸다. 이 기구의 위원장직 수락 후 첫 기자회견에서 전달한 첫 번째 메시지는 '미세먼지의 국내외적 배출 원인을 과학적으로 규명하려는 의지'의 표명과 동시에 국민들의 응원과 적극적 참여의 당부였다. 이와 함께 정부 부

*Corresponding Author: Jinkyu Hong, Department of Atmospheric Sciences, Yonsei University, Yonsei-ro 50, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea.
Phone: +82-2-2123-5693, Fax: +82-2-2123-5163
E-mail: jhong@yonsei.ac.kr

처와 지방 자치단체들은 다양한 미세먼지 대책을 발표하고 있고, 국민들을 안심시킬 수 있는 대책을 지속적으로 수립해 나갈 것으로 보인다.

대기오염 대책과 그 저감을 향해 사회 공공재가 집중되고 있는 현 상황의 기저에는 대기오염에 대한 시민들의 관심이 있다. 시민들의 높은 관심은 곧 경제적 가치로 이어지고, 유무형의 공적 자산 투입으로 이어지게 된다. 이는 정부 예산을 반영하거나 대규모 사업의 진행을 결정하는데 있어서 필요한 편익 비용 분석에 크게 영향을 미치게 된다. 따라서 미세먼지에 대한 폭발적인 관심의 증가를 실제 피부로 느끼고 있다고 해도, 이러한 관심 증가를 정량화해야만, 정책 시행 전후의 효과를 파악하고 이를 바탕으로 보다 효과적인 시민과의 소통을 이룰 수가 있다. 이런 측면에서 미세먼지의 증가는 다음 및 네이버와 같은 포털 사이트와 구글의 검색 숫자의 변화 등으로 표시가 가능하여 쉽게 사용할 수 있고 인용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 과거에 비해 지속적으로 증가하고 있는 전체 인터넷 사용자 숫자 등을 고려하지 않으며, 활발한 관심을 보이는 특정 개인 또는 단체의 영향에 크게 결과가 좌우될 가능성도 존재한다. 따라서 이러한 문제의 여부를 확인하고 뒷받침할 수 있는 기본적인 통계 설문 조사에 기반한 연구 방법이 필요하다. 또한 이러한 통계 설문 조사 결과는 환경 정책의 경제적 편익 분석을 위한 기초 자료로서도 가치가 있다고 할 수 있다.

본 연구에서는 미세먼지에 대한 시민의 인식변화를 정확하게 정량화하고, 이를 바탕으로 효과적인 정책을 수립하기 위한 정보를 제공하기 위하여 2014년과 2019년에 조건부 가치 설문 방법(contingent valuation method; CVM)을 수행하고 그 결과를 분석하였다. 그리고 국내에서 초미세먼지 농도를 측정 배포하기 시작 전인 2002년을 기준으로 그 이후 미세먼지에 대한 시민들의 인식 변화를 살펴보기 위하여, 본 연구는 Cho (2003)이 일반 시민들의 대기오염에 대한 인식을 조사하여 대기오염 저감의 경제적 평가를 수행한 연구와 동일한 설문 조사 도구를 사용하였다.

2. 서울시 대기오염의 현황

장기간에 걸친 서울의 대기오염 변화 경향은 Kim (2006), Kim and Lee (2018) 등에 의해서 자세히 논의되었으며 본 연구에서는 대략적인 개요를 언급하고자 한다. 정부의 연료 규제 정책의 추진에 따라 석탄, 연탄 등 고체 연료의 사용이 감소하고 천연가스의 사용량이 크게 늘어남에 따라, 1990년대 후반부터 아황산가스 및 일산화탄소의 농도는 크게 감소하였다(Figs. 1a-b). 이러한 연료 교체의 과정과 더불어 ‘수도권 대

한국기상학회 대기 제29권 2호 (2019)

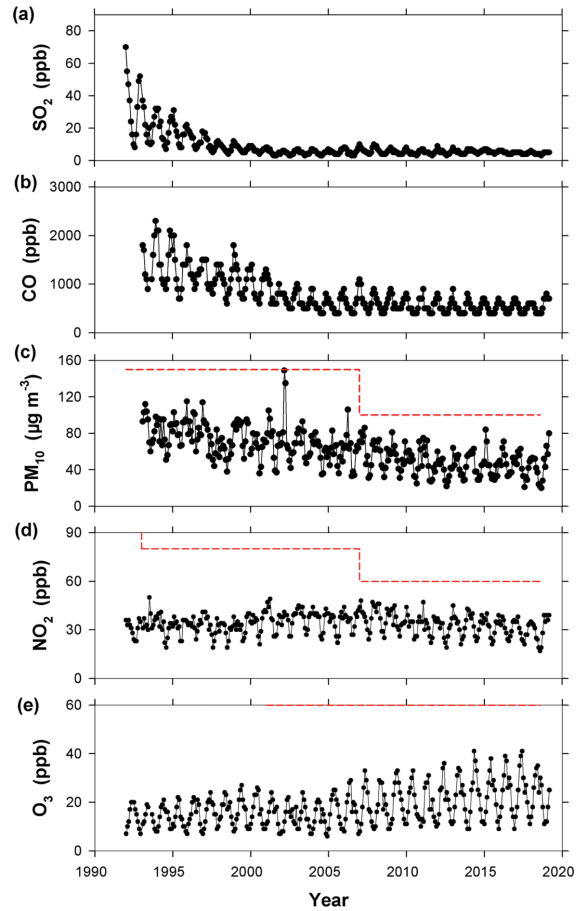


Fig. 1. Monthly concentration of air pollutants (SO₂, CO, PM₁₀, NO₂, and O₃) from January 1992 to March 2019 in Seoul (The Seoul Metropolitan Government, <http://cleanair.seoul.go.kr/>). Dashed line indicates 24-hr air-quality criteria.

기환경 개선에 관한 특별법(2003년 12월) 제정 등의 노력을 통해 미세먼지의 평균 농도는 장기적으로 다소 감소하는 경향을 보이고 있지만(Fig. 1c), 증가하는 자동차 통행량에 기인하여 2014년 대기환경개선 목표치였던 PM₁₀ 40 µg m⁻³의 달성에는 실패하였다. 이산화질소와 오존 농도도 같은 이유로 90년대후반부터 큰 변화를 보이지 않는다(Figs. 1d-e).

3. 설문조사 개요

설문조사는 2014년 6월과 2019년 3월에 약 2주간 인터넷을 통해서 이루어졌으며(구글 설문조사, <https://forms.google.com>), Cho (2003)과 동일한 설문조사 형식으로 진행하였다. 설문 문항은 총 27문항으로 구성되었고(설문지: <https://forms.gle/9ZJmkrXUsCDb9f47>),

Table 1. Overview of survey on citizens' perception about atmospheric pollution.

Year		2002 ¹⁾	2014	2019
Respondents (people)		245	346	200
Variable		Percent (%)		
Gender	Male	55.1	53.5	58.0
	Female	44.9	46.5	42.0
Age	10s	-	3.5	7.5
	20s	39.2	67.1	64.5
	30s	51.0	17.1	16.5
	40s	6.9	2.0	6.0
	Over 50s	2.9	10.4	5.5
Education (equal and higher than college graduation)		81.6	78.4	71.7
Respondents with the old and the infirm		46.9	24.4	29.8
Household income (10 ⁶ KRW)	Under 100	5.3	1.2	1.5
	101~200	34.7	5.9	4.5
	201~300	38.0	12.4	11.9
	301~400	14.3	18.0	12.9
	401~500	5.3	18.0	17.3
	Over 501	2.4	44.4	52.0
Smoking		31.8	12.4	8.3
Regular exercise		20.0	40.6	49.8
Regular health check		24.1	40.6	42.2
Respiratory disease		13.9	9.5	10.3
Life insurance		57.9	66.5	62.0

¹⁾Cho (2003).

설문 목적은 시민들의 대기오염에 대한 인식 확인과 월평균 지불의사금액(willingness-to-pay, WTP)의 정량화다.

설문조사 표본은 각각 346명과 200명의 서울 시민으로, 성별은 남성의 비율이 다소 우세하였고(53.5%, 58.0%), 응답자의 대부분은 20대로 구성되었다(67.1%, 64.5%) (Table 1). 전문대졸 이상의 고학력자 비율이 높았으며(78.4%, 71.7%), 가정에 7세미만 또는 65세 이상 노약자가 함께 사는 비율은 24.4%, 29.8%였다. 가계소득은 월 501만원 이상인 경우가 높게 나타났는데(44.4%, 52.0%), 규칙적인 운동(40.6%, 49.8%)과 정기적인 신체검사/건강검진(40.6%, 42.2%), 생명보험 가입(66.5%, 62.0%) 비율도 높게 나타났다. Cho (2003)의 설문조사는 응답자의 거주 지역을 제한하지 않았는데(서울 37.6%), 표본의 세대 구성과 고학력 특성은 비슷했지만, 2014년과 2019년의 설문조사와 비교하여 노약자 구성비가 높았고(46.9%), 소득수준이 낮았으며(101~300만원 구간 72.7%), 규칙적인 운동(20.0%)과 건강검진 비율(24.1%)이 상대적으로 낮았다. 대기오염 문제의 인식은 연령, 성별, 학력, 수입에

따라 차이가 있을 수 있으므로, 본 설문조사의 결과 해석에는 한계점이 있음을 유의해야한다.

4. 결 과

4.1 웹검색 기반 대기 오염 인식 변화

인터넷의 특정 단어 검색량은 그 단어에 대한 관심사의 증가를 반영하기 때문에 최근 경영 및 컨설팅 분야에서 많이 사용되고 있다. 지금 우리가 피부로 체감하고 있는 미세먼지에 대한 관심은 이러한 웹기반 검색량 통계에서 잘 나타난다(Fig. 2). 실제로 2004년부터 현재까지의 ‘미세먼지’, ‘먼지 마스크’의 월별 웹 검색량 통계를 살펴보면(구글 트렌드, <http://trends.google.com/>), 2013~2014년을 기점으로 시민들의 관심이 크게 급증한 것을 확인할 수 있다(Fig. 2). 특히 2019년 3월 최고 검색량을 기록하였는데, 2013년 이전 미세먼지 검색량은 2019년 3월 검색량의 1% 미만이었던 점을 고려하면, 고농도 미세먼지 사례로 대표되는 대기오염 심각성에 대한 인식은 검색량이 증가하기 시작한 이 시점부터 시작되었다고 추측할 수 있다. 본 연구에서

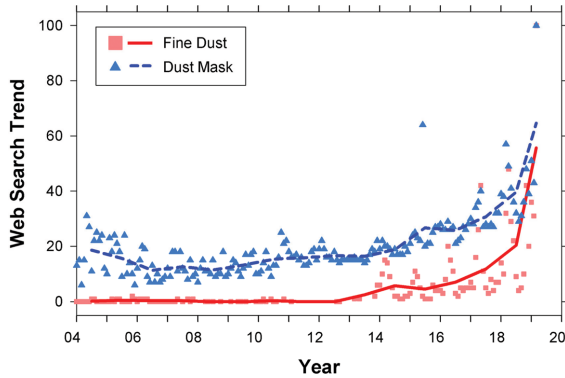


Fig. 2. Web search trend of fine dust (square, solid line) and dust mask (triangle, dashed line) (Google Trends: <https://trends.google.com>).

수행한 설문조사 중 첫번째 설문조사(2014년 6월)는 시민들이 대기오염의 심각성을 인지하기 시작한 시점으로 볼 수 있고, 두번째 설문조사(2019년 3월)는 시민들의 인지도가 최대에 도달한 시점이라 할 수 있다. 미세먼지의 언론 보도량은 2013년 4분기부터 증가하기 시작하여(2012년에 비해 약 4.5배 증가), 2014년부터 대폭 증가했다고 하는데(Kim et al., 2015) 이는 웹 검색 증가 시점과 일치한다.

구글 검색량 기준으로 2019년 3월에 비해 2014년 6월의 미세먼지에 대한 관심도는 6% 정도로 상대적으로 매우 적었다. 하지만 웹기반 검색량은 1) 전체

인터넷 검색자의 시간 변화에 따른 효과를 보정하기 어렵고, 2) 통상 파워 블로그 등으로 표현되는 인터넷 여론 주도층에 크게 좌우될 수 있다. 따라서 웹기반 결과는 실제 비용편익 분석을 이용한 정확한 대기 환경 문제의 경제성 평가에 사용하기는 어려운 점이 있는 것도 사실이다.

4.2 조건부 가치 조사 결과에 따른 대기오염 인식 변화

대기오염 문제에 관심이 있다는 응답자의 비율은 2014년에도 86.5%로 높았지만 2019년에는 97.6%로 증가하였고, 대기오염 문제가 매우 심각하다고 응답한 비율이 16%에서 52%로 급증하였다(Fig. 3a). 배출원에 대한 응답에서는 2014년의 경우 자동차의 배기가스(70.0%)가 다른 원인보다 중요하다고 응답하였고 이는 2002년과 다르지 않았다(84.3%; Cho, 2003). 하지만 이와는 대조적으로 2019년에는 중요한 배출원으로 발전소(35.6%)가 1순위로 꼽혔으며, 공장(33.2%)과 자동차(28.8%)도 비슷한 응답율을 보여서 언론 보도의 증가와 함께 다양한 대기오염물 배출원에 대한 인식이 증가함을 보였다(Fig. 3b; Kim et al., 2015; Kim et al., 2016; Rhee and Kim, 2018).

시민들의 대기오염에 대한 인식이 얼마나 증가하였는지는 대기오염 정책의 인지도에서도 나타나는데, 환경부 및 지자체의 대기오염대책에 대해 2014년에는 75.9%가 잘 모른다고 응답하였으나, 2019년에 이 비율이 38.3%로 감소하고, 조금 알고 있다는 응답이

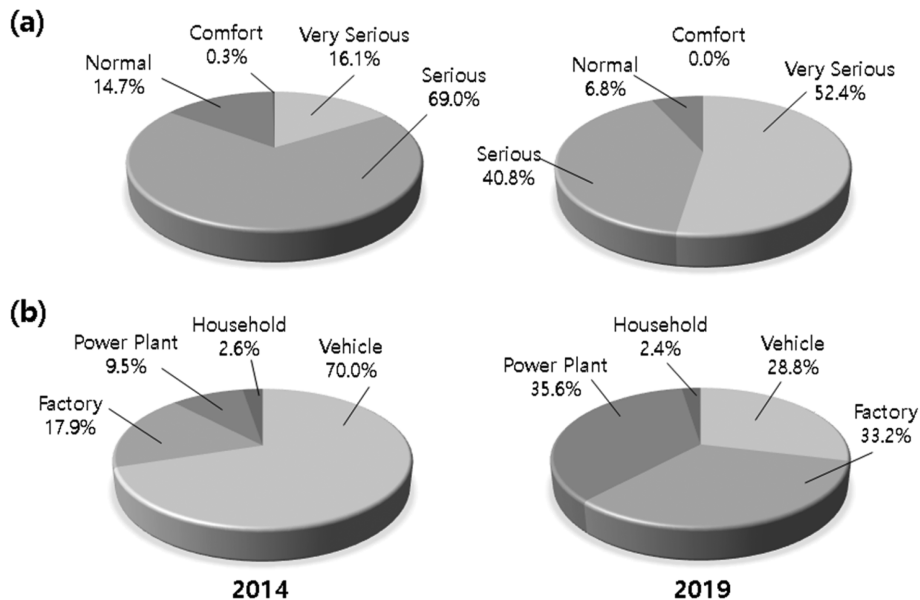


Fig. 3. Survey results of (a) the awareness of atmospheric pollution and (b) major emission source in Seoul, Korea.

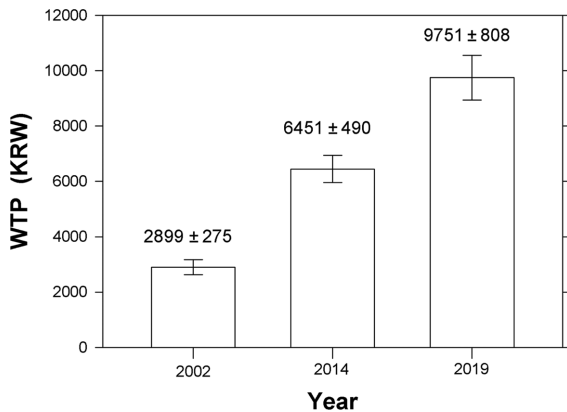


Fig. 4. Monthly mean willingness-to-pay (WTP) in Korean Won (KRW month⁻¹).

55.3%로 증가하였다. 최근 서울시의 고농도 미세먼지 발생시 대중교통 지원, 차량 2부제 시행, 노후 경유차 단속 등의 적극적인 대응과 정부의 봄철 화력발전소 가동의 중단이나 교육기관 공기청정기 보급, 지자체의 기초생활수급자 대상의 마스크 제공 정책이 알려짐에 따라 시민들도 대기오염정책에 관심을 갖게 된 것으로 보인다. 하지만 아직 대기오염정책들을 잘 알고 있다고 응답한 비율은 6.3%(2019년)로 낮게 나타나서, 향후에도 보다 적극적으로 대기오염정책에 대한 시민 참여화와 공론화 과정이 필요함을 알 수 있었다.

대기오염 문제의 해결을 위해 일정 금액을 지불할 의사가 있는지를 조사한 결과 2002년에 48.0%였던 응답율이 2014년에 68.3%, 2019년에 79.0%로 증가하였다. 이는 성별, 연령, 학력과 무관하게 증가하는 것으로 나타났다. Wilcoxon rank-sum 검정과 Kruskal-Wallis H 검정을 통해서 각 설문조사의 차이는 통계적으로 유의미한 것으로 확인되었다(p-value < 0.001). 월평균 WTP는 2002년의 2899 ± 275원(평균 ± 표준편차)에서 2014년에는 6451 ± 490원, 2019년에는 9751 ± 808원으로 점진적으로 증가하는 경향을 보였다. 돈을 지불하지 않겠다는 사람들을 포함할 경우 WTP는 각각 1763.3 ± 234원(2002년), 4587 ± 382원(2014년), 8240 ± 727원(2019년)이었다(Fig. 4). 물가상승률을 고려하면 2018년 기준으로 월 평균 WTP는 2002년, 2014년, 2019년이 각각 2588원, 4827원, 8249원으로 나타났다. 이는 현재 시민들은 2002년에 비해 3.2배, 2014년에 비해서는 1.7배 더 증가한 것이다. 설문 결과를 통해서 시민들의 높은 관심과 더불어 개인의 손해를 감수하면서까지 적극적으로 대기오염 문제 해결에 동참하겠다는 의사를 확인할 수 있었다.

대기오염 배출원에 대한 인식의 다양화에도 지불의사가 증가한 것은 대기오염 문제를 해결하기 어려운

재난적 상황으로 강조하면서도 대중적 대책마련을 촉구하는 방식의 단편적인 언론 보도로부터 형성된 일반인의 과편적 현실 인식 구조와 연관이 있어 보인다 (Kim et al., 2016; Rhee and Kim, 2018). 하나의 배출원과 관련한 에피소드 기반의 단편적인 정보의 제공 보다는 대기오염과 관련한 직접 배출, 대기 중 반응에 의한 생성, 외부로부터의 유입과 외부로의 유출, 침착에 의한 제거 과정 등, 종합적인 과정들에 대한 유기적 이해를 돕는 정보의 제공이 더욱 필요하다고 강조되는 부분으로 보인다.

5. 요약 및 결론

2019년 초 이례적인 고농도 미세먼지 사례는 대기오염에 대한 시민들의 폭발적인 관심을 유발하였다. 정책결정자가 시민들이 동의하고 직접 동참할 수 있는 정책을 개발하고, 그 효과를 극대화하며, 환경 정책 전후의 실효성을 평가하는데 있어서 특정 환경 주제에 관한 관심의 변화 추이 및 편익 분석을 정기적으로 수행하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 2014년과 2019년의 두 번의 설문 조사를 통해 조건부 가치평가를 수행하고 기존의 2002년 설문 조사 결과 및 웹기반 검색량과 비교 분석을 수행하였다. 이를 통해 대기오염에 대한 서울시민들의 인식 변화를 살펴보았다. 2002년의 기존 연구 결과와 비교했을 때, 실제 서울 시민의 대기 오염에 대한 심각성과 관심도가 크게 증가하였음을 확인할 수 있었다. 그리고 조건부 가치평가를 통하여 대기오염 배출원에 대한 적극적인 관심과 문제해결을 위한 적극적인 동참 의지를 확인할 수 있었다. 대기오염의 경제 가치 산정에 필수적인 지표인 월 평균 지불 의사는 2002년에 48%에서 2014년 68%로 증가하였고, 2019년에는 79%를 나타내었다. 월 평균 WTP는 2002년의 1763 ± 233원에서 크게 증가하여, 2014년에 4587 ± 382원, 2019년에 8240 ± 727원으로 각각 조사되었다. 물가상승률을 고려한 월 평균 WTP는 2018년 기준으로 2002년, 2014년, 2019년이 각각 2588원, 4827원, 8249원으로 나타났다. 이는 2019년 현재 시민들은 2002년에 비해 3.2배, 2014년에 비해서는 1.7배 더 증가한 것이다. 설문 결과를 통해서 시민들의 높은 관심과 더불어 개인의 손해를 감수하면서까지 적극적으로 대기오염 문제 해결에 동참하겠다는 의사를 확인할 수 있었다.

따라서 의사결정자들은 대기오염 정책 수립 시 시민들이 동참할 수 있는 보다 적극적인 정책의 수립을 시도해도 좋을 것으로 보인다. 특히 높은 WTP는 대기오염 저감 효과의 직간접적 경제 가치가 높아졌음을 의미하므로 적극적인 공공 자원의 투입도 고려해볼 만하다고 보인다. 다만 관측 결과에 따르면 지난

15년 동안 미세먼지 농도가 상당히 감소하였음에도 불구하고 응답자가 느끼는 거주지 대기오염도는 심각하다고 느끼는 비율이 43.8%(2014년)에서 86.4%(2019년)으로 2배가량 증가하였고, 특히 2014년에는 없던 거주지 대기오염도를 매우 심각하다고 응답한 사람의 비율은 2019년에는 44.2%로 크게 증가하였다. 시민들의 관심이 높은 만큼 잘못된 정보와 시민과의 소통에 기반하지 않은 정책은 시민들의 정책에 대한 신뢰성과 대기오염 인식도를 실질적으로 개선하기 어려울 수 있음을 알 수 있었다. 관련하여 과학적인 사실들을 보다 적극적으로 연구하고 알림으로써, 시민들의 대기오염문제에 대한 올바른 인식과 바람직한 방향으로의 정책 수립에 기여해 나가야 할 것이다.

조건부 가치 평가와 유사하게 조사 기간 동안 웹기반 검색량 결과 또한 이러한 시민들의 관심을 잘 나타내었으며, 2014년에 비해 2019년 3월의 미세먼지 검색량은 약 16.7배 증가하였다. 하지만 이러한 검색량 증가는 실제 조건부 가치 평가 결과에서 보이는 편익 비용 및 심각성 인식 등에서 약 2배 정도 증가한 것에 비해서는 매우 큰 값을 보였다. 비록 조사 항목이 다르기는 하지만 웹검색 기반의 검색횟수의 증가가 그대로 WTP나 심각성 인식, 오염도 인식의 증가로 반영되지는 않음을 알 수 있었다. 이는 웹기반 검색량이 전체 인터넷 검색자의 시간 변화에 따른 효과를 보정하지 않았으며, 특정 인터넷 검색자의 상대적으로 높은 기여도가 반영된 것이 원인으로 판단된다.

본 연구가 갖는 몇 가지 한계에도 불구하고 웹검색 분석을 통해 확인할 수 있는 폭발적인 시민들의 관심 증가와는 별도로 대기오염 정책에 대한 이해는 매우 부족함을 본 연구 결과를 통해 알 수 있었다. 과학의 불확실성에 대한 시민 사회의 인식을 통해서만 지속적인 원천 기술에의 지원이 가능하며, 이를 기반한 정책의 효과를 극대화할 수 있음을 고려할 때 취약계층 및 일반 시민들이 원천 기술 개발 과정에 과학자와 소통할 수 있는 다양한 방법이 모색 되어야 할 것이다. 이에 따라 정책결정자는 시민들이 직접 동참할 수 있

는 적극적인 해결방안을 추진하고, 학계에서는 시민들과 정책결정자에게 대기오염과 관련한 폭넓은 과학적 사실들을 시의적절하게 제공해야 할 것이다.

감사의 글

본 논문의 개선을 위해 좋은 의견을 제시해 주신 심사위원께 감사를 드립니다. 본 연구는 기상청 「기상지진See-At기술개발연구사업」(KMI2018-03512)의 지원으로 수행되었습니다. 설문조사에 도움주신 모든 분들께 감사드립니다.

REFERENCES

- Cho, Y., 2003: Estimating the economic benefits of air quality improvements on mortality. *J. Environ. Policy Adm.*, **11**, 29-53 (in Korean with English Abstract).
- Kim, Y. P., 2006: Air pollution in Seoul caused by aerosols. *J. Korean Soc. Atmos. Environ.*, **22**, 535-553 (in Korean with English Abstract).
- _____, and G. Lee, 2018: Trend of air quality in Seoul: policy and science, *Aerosol Air Qual. Res.*, **18**, 2141-2156, doi: 10.4209/aaqr.2018.03.0081.
- Kim, Y., H. Lee, Y. Jang, and H. Lee, 2015: How does media construct particulate matter risks? : a news frame and source analysis on particulate matter risks. *Korean J. Journalism Commun. Stud.*, **59**, 121-154 (in Korean).
- _____, _____, H. Lee, and Y. Jang, 2016: A study on differences between experts and lay people about risk perceptions toward particulate matter: a focus on the utilization of mental models. *Commun. Theor.*, **12**, 53-117 (in Korean).
- Rhee, J. W., and S. Kim, 2018: News frames in the coverage of fine-dust disaster – application of structural topic modeling. *Korean J. Journalism Commun. Stud.* **62**, 125-158 (in Korean).