

# 미세먼지와 아동의 신체 및 정신건강 관계: 빈곤과 녹지지역비율 조절효과

## The Effects of Fine Dust on Children's Health: The Moderating Effects of Poverty and Green Area Ratio

김시아\* · 박지혜\*\* · 한다영\*\*\* · 정익중\*\*\*\*

Kim, Si Ah\*, Park, Ji Hye\*\*, Han, Da Young\*\*\*, and Chung, Ick-Joong\*\*\*\*

### Abstract

We live under substantial influence of our surrounding environment, and children are more vulnerable to climate hazards such as fine dust (PM10). However, there is a dearth of research confirming the multifaceted effects of fine dust on children's physical and mental health. This study clarifies the relationship between PM10 and children's health, examining the moderating effects of poverty and green area ratio. The results were as follows. First, fine dust (PM10) has a negative impact on the physical and mental health of children. Second, the effect of PM10 on children's mental health is moderated by the green area ratio of the children's residences. Based on the results of this study, a disaster welfare policy is proposed to protect climate change-vulnerable populations from fine dust.

**Key words :** PM10, Fine Dust, Physical Health, Mental Health, Poverty, Green Area Ratio

### 요 지

우리는 주변 환경의 지대한 영향을 받으며 살아가고 있고, 특히 아동은 미세먼지와 같은 기후재난에 취약할 수밖에 없다. 그러나 미세먼지가 아동의 신체건강 및 정신건강에 미치는 다각적인 영향을 확인할 수 있는 연구는 부족하다. 이에 본 연구에서는 미세먼지와 아동의 신체 및 정신건강과의 관계를 밝히고, 아동가정의 빈곤과 녹지지역비율의 조절효과를 검증하였다. 그 결과, 첫째, 미세먼지는 아동의 신체 및 정신건강에 부정적인 영향을 미침을 확인하였다. 둘째, 미세먼지와 아동의 정신건강 간의 관계에서 녹지지역비율의 조절효과를 확인하였다. 본 연구결과를 근거로, 미세먼지로부터 기후변화 취약계층을 보호할 수 있는 재난복지 정책을 제안하였다.

**핵심용어 :** PM10, 미세먼지, 신체건강, 정신건강, 빈곤, 녹지지역비율

### 1. 서 론

지난 3월 11일 미세먼지가 ‘사회재난’으로 규정된 ‘재난 및 안전관리 기본법 개정안’이 국회 행정안전위원회에서

만장일치로 의결되었다. 사회 이슈에 관한 다음소프트사의 빅데이터 분석결과, 미세먼지에 관한 이슈는 2013년 19위에서 2017년 6위로 상승했다. 미세먼지와 함께 사용된 대상어는 ‘아이’와 ‘아기’가 나란히 1, 2위를 차지했고, 미세먼지와

\*정회원, 이화여자대학교 사회복지학과 박사과정(E-mail: sinai517@naver.com)  
Member, Doctoral Student, Dept. of Social Welfare, Ewha Womans University

\*\*이화여자대학교 사회복지학과 석사과정  
Master Student, Dept. of Social Welfare, Ewha Womans University

\*\*\*이화여자대학교 사회복지학과 석사과정  
Master Student, Dept. of Social Welfare, Ewha Womans University

\*\*\*\*교신저자, 이화여자대학교 사회복지학과 교수(Tel: +82-2-3277-6718, Fax: +82-2-3277-4531, E-mail: ichung@ewha.ac.kr)  
Corresponding Author, Professor, Dept. of Social Welfare, Ewha Womans University

‘우울증’에 대한 언급은 2013년과 비교해 22배가 증가했다. 이렇듯 미세먼지로 오염된 하늘은 모두의 일상이 되면서 우리 생활에 밀접하고 강력한 변화들을 가져오고 있다.

미세먼지는 세계보건기구가 지정한 1급 발암물질이며, 호흡기질환의 악화와 발병원인으로 밝혀졌다(KHIDI, 2007). 더욱이 한국의 미세먼지 농도가 기후변화로 인해 점점 더 심각해지고 있다(ME, 2019). 이에 기후변화에 취약한 인구 집단을 기후변화 취약계층(vulnerable group)으로 정의하며(Ha et al., 2014), 기후변화로 인해 사회적으로 가장 취약한 대상에게 우선적인 지원과 관심의 필요성이 조망되고 있다. 이중 아동은 미세먼지의 취약계층으로 볼 수 있다. 아동은 환경 노출의 대표적 민감계층으로, 동일한 오염 수준에도 아동의 신체 구조와 행동 및 발달 특성에 의해 성인보다 더 큰 피해를 받을 수 있기(Park and Koo, 2012) 때문이다. BBC News (2019)에 의하면, 9살 영국 소녀 엘라의 죽음과 미세먼지의 직접적 연관성을 인정하는 선례가 나왔다. 천식 질환으로 사망한 엘라의 거주지역은 미세먼지와 이산화질소가 법적 기준치를 한참 초과하였고, 이와 같은 직접적 사인은 6년이 지난 2019년에서야 밝혀졌다. 이처럼 미세먼지는 아동의 발달 및 건강에 치명적인 영향을 주고 있다. 이뿐만 아니라 이미 전 세계의 문제로 지목되고 있는 미세먼지로 인해 건강과의 연관성 연구는 꾸준히 진행되고 있다. 국내에서도 미세먼지가 미치는 영향에 관한 연구(Song et al., 2009; Kim and Jin, 2017; Bae and Hong, 2018; Rhee et al., 2018)가 진행되고 있으나 여전히 부족하다. 현재까지는 미세먼지가 신체건강에 미치는 영향에 관한 연구가 대부분이다. 정신건강에 대한 영향은 오염된 대기 환경에서 자란 아동의 성장 이후 성인이 되어서야 그 영향이 나타날 수 있으므로(Zhang et al., 2017) 그 연구가 전무한 편이다. 이에 미세먼지 연구는 다양한 영역에서의 중단연구가 필요하다.

미세먼지 관련 연구 이외에도 최근 미세먼지가 국가적 재난으로 보고됨에 따라 국가 차원의 지원이 확대되고 있다. 한 예로 열악한 주거환경에 거주하는 아동을 대상으로 마스크, 공기청정기 지원과 미세먼지 신호등 사업 등이었다. 그러나 개인 수준의 대책에만 집중하면 공기 좋은 지역의 거주자, 야외 운동과 대중교통 이용 외의 선택안이 있는 자, 성능 좋은 공기청정기로 온종일 쾌적한 실내에서 일할 수 있는 자만이 자신의 건강을 보호할 수 있는 셈이다(Pressian, 2017). 이러한 불평등은 아동에게 더욱 큰 영향력을 미칠 것이다. 그러므로 미세먼지 취약계층을 위한 사회복지적 차원의 접근도 매우 중요한 시점이다.

따라서 본 연구에서는 미세먼지로 인한 아동 신체 및 정신건강의 위기를 확인하고, 사회복지 차원에서 재난 불평등의 대물림을 막기 위해 사회 구조적 차원인 빈곤과 생활환경적 차원인 녹지지역비율의 조절효과를 검증하고자 한다. 그리고 미세먼지로부터 취약계층을 보호할 수 있는 재난 복지 정책을 제안하고자 한다.

이를 위해 다음과 같이 연구문제를 설정하였다. 연구문제 1. 미세먼지(PM10)는 아동의 신체 및 정신건강에 영향을 미치는가? 연구문제 2. 아동가정의 빈곤과 아동 거주지역의 녹지지역비율이 미세먼지(PM10)와 아동의 신체 및 정신건강 간의 관계를 조절하는가?

## 2. 선행연구 고찰

### 2.1 미세먼지와 아동의 건강

아동기는 신체·심리·정서·사회적으로 성장이 꾸준하게 이뤄지는 시기이다. 이에 따라 미세먼지가 아동의 건강에 미치는 영향을 다각적으로 확인할 필요가 있다. WHO (2018)는 대기오염을 환경적으로 가장 큰 위협으로 보고, 전 세계 93%의 아이들이 WHO 기준치 이상의 대기오염 환경에서 살고 있다고 발표하였다. 이러한 대기오염 상태가 지속된다면, 오염에 노출되어 자란 5세 이하 아동의 사망률이 2050년에는 2배 이상이 될 것으로 예측했다(UNICEF News, 2017). Bae et al. (2014)의 연구에 의하면, 15세 미만 연령집단의 천식 입원이 집중적으로 발생하는 지역은 미세먼지 고위험 지역에 속하는 것으로 나타났다. 이처럼 미세먼지는 호흡기와 사망률, 발육, 폐렴 등 아동의 신체건강에 치명적인 영향을 미치고 있다. 아동은 성인보다 호흡이 빨라 대기오염 문제에 더 민감하게 반응하므로 성인과 비교하면 그 피해가 가중될 수 있기 때문이다(ME, 2016).

다음은 정신건강에 관한 선행연구를 살펴보았다. 미세먼지와 관련 연구는 미흡하였고 전반적인 대기오염의 연구를 살펴본 결과, 대기오염은 단기성 우울증의 위험성을 증가시키고(Kim et al., 2016), 장기간 노출은 우울증과 항우울제 및 벤조다이아제핀의 사용을 증가시켰다(Vert et al., 2017). 또한 개인에게 동일한 조건의 대기오염 노출 시, 개인의 쾌락적 행복을 떨어뜨리고, 우울증 증상 비율을 증가시켰다(Zhang et al., 2017). 특히, 대기오염의 농도가 높은 지역에서 사는 아동·청소년일수록 사후관리 중 정신질환 관련 약물치료를 받을 가능성이 커짐이 보고되었다(Oudin et al., 2016). 영국 코호트 조사결과, 12살의 아동이 높은 미세먼지 농도에 노출될수록 18살이 되었을 때 우울증에 걸릴 확률이 높아졌다고 한다(Roberts et al., 2019). 최근 국내 연구에서 미세먼지 농도가 높은 지역의 가정외보호 아동일수록 우울과 불안이 높게 나타남을 밝히었다(Woo et al., 2019). 이에 본 연구에서는 아동의 신체건강은 아동이 자기보고 한 주관적 신체건강 상태를 변인으로 하고, 아동의 정신건강은 대기오염 및 미세먼지와 높은 연관성을 보이는 우울을 대표적으로 살펴보고자 한다.

### 2.2 빈곤, 녹지지역과 아동의 건강

미세먼지와 같은 기후변화의 영향과 관련하여 더 주목해야 할 대상이 있다. 기후변화의 영향은 회복 능력과 자원이

제한적인 빈곤국가 또는 빈곤층을 비롯하여 특정한 계층에 더 크게 나타난다(Park, 2013). 기후변화로 인해 아동의 신체와 정신건강에도 직접적인 영향이 미칠 수 있는데, 특히 빈곤가정의 경우 자연재해가 증가할 때, 그 손상 정도는 더욱 악화될 확률이 높다(Hanna and Oliva, 2016). 빈곤은 아동의 건강에 부정적인 영향을 미치며, 그 중 지속적인 빈곤은 아동건강에 더 큰 악영향을 미치기 때문이다(Kwon and Ku, 2010). 사회경제적 지위가 낮은 저소득계층과 대조군을 비교했을 때, 동일한 수준의 미세먼지와 오존에 노출되더라도 대조군과 비교하면 저소득계층의 천식 입원위험이 컸으며, 개인수준의 사회경제적 지위가 대기오염으로 인한 건강영향에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다(Chu et al., 2007). 2017년에 경기도민의 삶의 질 조사를 통해 미세먼지와 행복지수의 영향을 살펴보았는데(Kim and Jin, 2017), 미세먼지의 증가 현상으로 경기도민들의 행복지수에 부정적인 영향을 끼친 것으로 나타났다.

특히 미세먼지의 영향이 소득에 따라 다르게 나타났는데, 저소득 집단은 미세먼지로 인해 행복지수가 가장 낮아졌음을 보고했다. 그 원인으로 저소득층은 대중교통이나 보행통근시 영향을 많이 받으며, 상대적으로 실외활동이 많은 직업군에 분포되어 있어 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 반면, 소득수준이 높을수록, 대기오염에 더욱 민감하게 반응하고 더 효율적인 제품을 통해 자신을 보호하고 있었다(Pressian, 2017). 이처럼 경제적 여건에 따라 미세먼지의 대응 역량에 커다란 편차를 보이는데, 이러한 현상에 의해 사회구조적으로 특정 국가나 특정 계층에게 그 피해가 더 크게 발생한다면 이는 단순히 자연현상이 아니라 사회구조적인 차별 문제(Park, 2012)로 인식해야 할 것이다.

녹지지역은 녹지를 바탕으로 하는 지역 개념으로(Shin, 2012), 인간의 신체건강뿐만 아니라 심리발달 및 정신건강에도 긍정적인 영향을 주는 것으로 보고되었다(Kim et al., 2013; Baek and Park, 2014; Cho et al., 2017). 또한 학교 주변의 자연환경은 대도시에서 살아가고 있는 초등학생에게 긍정적인 자연과의 연계성과 자아개념에 영향을 준다(Tak et al., 2013). 이처럼 다양한 연구를 통해 아동의 신체 및 정신건강에 지역사회 녹지환경이 큰 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다. 최근 미세먼지와 녹지 간 연관성이 있는 것으로 보고되며(Hong et al., 2018; Hwang et al., 2018), 환경적 차원의 개선방법으로 주거지역 중심의 녹지환경 변화를 주도하고 있었다(Yu et al., 2017; Hwang et al., 2018; Kim et al., 2018; Ko et al., 2019). Shin and Lim (2019)의 연구에서는 서울, 경기, 인천지역의 녹지지역이 1,000 (ha) 증가 할 때마다 초미세먼지의 농도를 감소시키고, 호흡기 및 순환기 질병으로 인한 사망자 수가 감소하는 것으로 확인할 수 있었다. 그러나 저소득계층의 비율이 높을수록 공원녹지예산 및 예산비율은 감소하는 것으로 나타났다(Chu et al., 2007). 이는 사회적 약자인 도시지역 저소득계층

은 유해환경에 더 많이 노출되고 더 큰 피해를 볼 가능성이 크다고 해석할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 미세먼지와 아동의 신체 및 정신건강 간 관계에서 빈곤과 녹지지역비율이 차등적 영향을 줄 것으로 가설을 설정하였다.

### 3. 연구방법

#### 3.1 연구대상

본 연구에서는 2015년도 ‘한국아동·청소년패널조사(KCYPS)’, ‘한국환경공단의 미세먼지 측정자료’, ‘한국토지주택공사의 녹지지역 면적자료’를 병합하여 분석대상으로 하였다. 모두 전국 단위로 측정하여 대표성이 있으며, 지역의 미세먼지 농도에 따른 생활환경의 특성이 반영되도록 구성하였다.

##### 3.1.1 한국아동·청소년패널조사(KCYPS)

한국청소년정책연구원의 한국아동·청소년패널조사 2010은 2010년 초등학교 1학년을 대상으로 매년 추적조사를 하여 6차년도인 2015년에 초등학교 6학년 총 2,067명을 조사된 데이터이다.

##### 3.1.2 에어코리아의 미세먼지 측정자료

한국환경공단의 에어코리아는 전국 총 398개의 측정망에서 대기환경기준물질 정보를 표출하여 에어코리아 홈페이지에 실시간 공개하고 있다. 본 연구에서는 2015년 에어코리아 미세먼지(PM10) 월별 데이터 중 최고 기록 데이터를 내려받아 시군구별 최종 255개를 취합하였다.

##### 3.1.3 한국토지주택공사의 녹지지역 면적자료

한국토지주택공사의 도시계획현황 통계표에 따라, 2015년도 시군구별 1인당 녹지지역 면적자료를 확인하였다. 본 연구에서는 2015년 시군구별 229개의 데이터를 최종 취합하였다.

따라서 KCYPS 2010의 6차년도(2015년)를 기준으로 미세먼지(PM10)<sup>1)</sup> 측정자료와 녹지지역 면적을 병합(merge)하였다. 병합한 결과 매칭이 되지 않는 결측값 및 오류값을 제외하고 총 2,023명을 대상으로 선정하였다.

#### 3.2 주요변수의 측정도구

##### 3.2.1 종속변수

###### 3.2.1.1 건강상태평가

KCYPS 2010의 6차년도(2015년)에서 청소년건강행태

1) 초미세먼지(PM2.5)는 2015년부터 공식 집계되어 공개되어 있으나, 2015년 기준, 미세먼지(PM10)와 비교하여 측정지역이 다수 누락되어 있어, 본 연구의 분석대상에서 제외하였다.

온라인조사의 문항을 수정 보완하여 사용한 척도이다. 또래와 비교하여 자기보고 한 주관적 입장의 건강상태에 관한 질문으로, '1=매우 건강하다'부터 '4=매우 건강하지 못하다'로 구성된 4점 Likert 척도이다. 이를 역코딩 변환하여, 본 연구에서는 점수가 높을수록 신체가 건강함을 의미한다.

### 3.2.1.2 우울

KCYPS 2010의 제6차 조사(2015년)에서 간이정신진단검사 중 우울척도를 사용하였다. '불행하다고 생각하거나 슬퍼하고 우울해한다', '죽고 싶은 생각이 든다', '모든 일에 관심과 흥미가 없다', 등의 10문항으로 구성되어 있다. '1=매우 그렇다'부터 '4=매우 그렇지 않다'로 구성된 4점 Likert 척도이다. 총 점수가 높을수록 우울이 낮음을 의미한다. 즉, 본 연구에서는 정신건강이 좋음을 의미한다.

## 3.2.2 독립변수

### 3.2.2.1 미세먼지(PM10)

미세먼지(PM10)는 측정된 농도(Cp)로 하며, 한국환경재단 에어코리아의 공개자료를 활용하였다.

## 3.2.3 조절변수

### 3.2.3.1 가정의 경제수준

KCYPS 2010의 6차년도(2015년)에서 '1= 매우 잘 사는 편'에서 '7= 매우 못 사는 편'으로 구성하였다. 총 점수가 높을수록 빈곤함을 의미한다.

### 3.2.3.2 녹지지역비율

녹지비율은 1인당 면적 녹지지역(m<sup>2</sup>)을 의미하며, 1인당 면적은 녹지지역 면적을 도시지역 인구로 나눈 값을 말한다. 도시지역 인구는 행정자치부 '주민등록 인구통계' 중 용도지역상 도시지역에 해당하는 인구이다.

## 3.2.4 통제변수

### 3.2.4.1 보호자의 양육방식\_방임

KCYPS 2010의 6차년도(2015년)에서 Huh (2000)와 Kim (2003)의 아동학대 문항 중 일부를 참고하여, '내가 학교에서 어떻게 생활하는지 관심을 갖고 물어보신다', '내가 많이 아프면 적절한 치료를 받게 하신다' 등의 4문항으로 구성하였다. '1=매우 그렇다'부터 '4=전혀 그렇지 않다'로 구성된 4점 Likert 척도를 이용하여 측정하였으며, 점수가 높을수록 방임경험이 많다는 것을 의미한다. 본 연구의 주요변수는 Table 1과 같다.

Table 1. Major Variables

Variable	# of Questions	Measurement Scales
Dependent variables		
Physical health condition	1	1~4points
Depression	10	1~4points
Independent variable		
Fine dust (PM10)	-	μg/m <sup>3</sup>
Moderator variables		
Poverty	1	1~7points
Green area ratio	1	m <sup>2</sup>
Control variables		
Childhood neglect	4	1~4points

## 3.3 연구모형 및 연구가설

본 연구는 미세먼지(PM10)가 아동의 신체 및 정신건강에 미치는 영향을 살펴보고, 빈곤과 녹지지역비율의 조절효과를 검증하기 위한 연구모형은 (a) Model과 (b) Model로 설정하였다(Fig. 1).

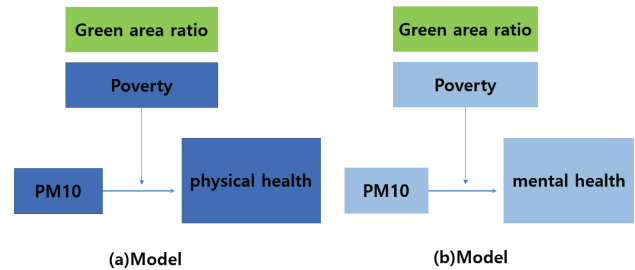


Fig. 1. Research Model

연구모형과 관련하여 다음과 같이 연구가설을 설정하였다.

- 가설 1. 미세먼지(PM10)는 아동의 신체건강 및 정신건강에 각각 영향을 미칠 것이다.
- 가설 2. 아동가정의 빈곤과 아동 거주지역의 녹지지역비율이 미세먼지(PM10)와 아동의 신체 및 정신건강 간의 관계를 각각 조절할 것이다.

## 3.4 분석방법

본 연구에서는 SPSS 24.0을 활용하여 다음과 같이 분석절차를 거쳤다. 첫째, 분석대상자의 일반적 특성과 주요변인의 특성을 파악하기 위해 빈도분석과 기술통계분석을 하였다. 둘째, 위계적 회귀분석을 실시하여, 1단계에는 통제변수인 방임이 종속변수인 신체건강(신체건강상태), 정신건강(우울)에 미치는 영향을 검증하였다. 2단계에서는 독립변수인 미세먼지와 조절변수인 빈곤과 녹지지역비율을 투입하였

고, 3단계에서는 조절변수 간 상호작용 변수를 투입하였다. 셋째, 다중공선성 문제를 해결하기 위해 독립변수와 조절변수는 표준화된 점수(z-score)로 변환하여 활용하였고, 데이터 병합(merge)으로 인해 관측 안 된 척도상의 차이를 통제하였다. 그 결과, Durbin-Watson 통계량은 모두 2에 근사한 값을 보여 잔차의 독립성 가정에 문제가 없으며, VIF(분산팽창지수)도 모두 3 미만으로 다중공선성 문제 가능성은 낮은 것으로 판단하였다.

## 4. 연구결과

### 4.1 분석대상자의 일반적 특성

분석자료의 대상자는 총 2,031명으로 남자가 1,039명, 여자가 992명이다. 거주지역은 전국적으로 표집된 대표 표본이므로 경기도가 302명(14.9%)으로 가장 많았고, 서울특별시 191명(9.4%)이었으며, 이외 인구비율이 고르게 나타났다.

### 4.2 주요변인의 특성

주요변인의 평균값을 살펴보면, 신체건강상태는 3점, 우울(역코딩)이 34점으로 중간보다 높은 편이었다. 점수가 높을수록 신체와 정신건강 상태가 건강함을 의미한다. 미세먼지는 지역별 최고농도를 관측한 자료로 지역 간의 편차가 컸으며 평균값이 355  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다. 빈곤은 3점, 점수가 높을수록 빈곤함을 의미하므로 중간보다 높은 편이며, 녹지지역 비율은 지역별 평균값이 407  $\text{m}^2$ 로 나타났다. 주요변수의 특성은 Table 2와 같다.

Table 2. Descriptive Statistics

Variable	Min	Max	Mean	SD
Physical health condition	1	4	3	1
Depression	10	40	34	6
Fine dust (PM10)	187	568	355	129
Poverty	1	6	3	1
Green Area ratio	1	1,881	407	409

### 4.3 미세먼지와 아동의 신체건강과의 관계

미세먼지가 아동의 신체건강에 미치는 영향을 밝히고, 두 변인 간의 관계에서 아동가정의 빈곤과 녹지지역비율의 조절효과를 검증하였다(Table 3). 통제변인 방입은 아동의 신체건강에 부(-)적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(16.5%,  $\text{adjR}^2=27\%$ ). 독립변인 미세먼지를 투입한 결과 신체건강에 부(-)적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 통계적 유의성이 검증되었고( $\beta = -.057, p < .05$ ), 미세먼지 농도가 올라갈수록 아동의 신체건강이 점점 더 악화됨을 의미한다.

Table 3. Result of Children's Physical Health

Division	Phase 1( $\beta$ )	Phase 2( $\beta$ )	Phase 3( $\beta$ )
Constant	3.391	3.391	3.387
<b>Control variable</b>			
Childhood neglect	<b>-0.165***</b>	<b>-0.135***</b>	<b>-0.133***</b>
<b>Independent variable</b>			
PM10		<b>-0.057*</b>	<b>-0.067**</b>
<b>Moderator variable</b>			
Poverty		<b>-0.200***</b>	<b>-0.200***</b>
Green Area		-0.040	<b>-0.053*</b>
<b>Interaction variable</b>			
PM10*Poverty			0.042
PM10*Green Area			-0.022
F	55.424***	36.485***	25.114***
adjR <sup>2</sup>	0.27	0.67	0.68

.  $p < .05$  ..  $p < .01$  ...  $p < .001$

빈곤은 아동의 신체건강에 부(-)적인 영향을 미치는 것으로 나타났다( $\beta = -.200, p < .001$ ). 빈곤할수록, 아동의 신체건강이 점점 더 악화될 수 있음을 의미한다. 이어서, 미세먼지와 아동의 신체건강 간의 관계에서 빈곤과 녹지지역비율의 조절효과를 검증한 결과, 두 가지 조절효과는 통계적으로는 검증되지 않았다. 이는 미세먼지가 아동의 신체건강에 미치는 영향을 가정의 빈곤이나 녹지지역비율이 조절할 수 있을 정도로 나타나지 않음을 의미한다.

### 4.4 미세먼지와 아동의 정신건강과의 관계

미세먼지가 아동의 정신건강에 미치는 영향을 밝히고, 두 변인 간의 관계에서 아동가정의 빈곤과 녹지지역비율의 조절효과를 검증하였다(Table 4). 통제변인 방입은 아동의

Table 4. Result of Children's Mental Health

Division	Phase 1( $\beta$ )	Phase 2( $\beta$ )	Phase 3( $\beta$ )
Constant	33.573	33.573	33.710
<b>Control variable</b>			
Childhood neglect	<b>-0.244***</b>	<b>-0.233***</b>	<b>-0.222***</b>
<b>Independent variable</b>			
PM10		<b>-0.066**</b>	-0.040
<b>Moderator variable</b>			
Poverty		<b>-0.149***</b>	<b>-0.152***</b>
Green Area		0.005	0.031
<b>Interaction variable</b>			
PM10*Poverty			0.031
PM10*Green Area			<b>0.062*</b>
F	126.319***	46.463***	32.446***
adjR <sup>2</sup>	0.59	0.84	0.87

.  $p < .05$  ..  $p < .01$  ...  $p < .001$

정신건강에 부(-)적으로 나타났으며(24.4%, adjR<sup>2</sup>=59%), 독립변인 미세먼지도 아동의 정신건강에 부(-)적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 통계적 유의성이 검증되었고( $\beta = -.066, p < .01$ ), 미세먼지 농도가 높아질수록 아동의 정신건강이 점점 더 악화됨을 의미한다.

빈곤도 아동의 정신건강에 부(-)적인 영향을 미치는 것으로 나타났다( $\beta = -.149, p < .001$ ). 이는 빈곤할수록, 아동의 정신건강이 점점 더 악화될 수 있음을 의미한다. 그다음으로, 미세먼지와 아동의 정신건강 간의 관계에서 빈곤과 녹지지역비율의 조절효과를 살펴보았다. 그 결과, 아동가정의 빈곤 정도에 따른 조절효과는 유의하게 나타나지 않았다. 빈곤과의 상관관계가 높은 방입(Lee and Kim, 2005)의 영향을 크게 통제하였기 때문에, 아동가정의 빈곤에 의한 조절효과는 유의미하게 나오지 않았을 거라 추측된다. 반면, 미세먼지와 아동의 정신건강 간의 관계에서 아동이 거주하는 지역의 녹지지역비율이 조절효과로 검증되었다( $\beta = .062, p < .05$ ). 즉 미세먼지가 정신건강에 영향을 미치는데, 녹지지역비율이 정(+)적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 미세먼지와 아동의 정신건강과의 관계에서 녹지지역비율의 조절효과를 그래프로 나타내면 Fig. 2와 같이 나타낼 수 있다.

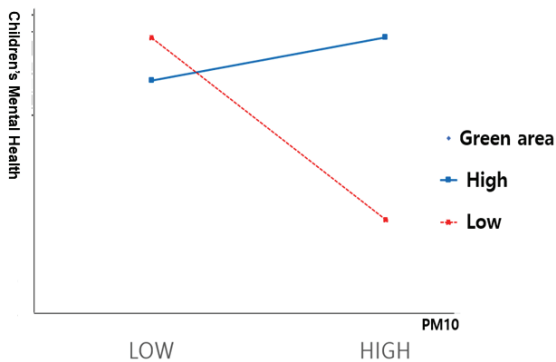


Fig. 2. The Moderating Effect of Green Area Ratio on Children's Mental Health

그래프의 ‘저(low)’와 ‘고(high)’는 미세먼지와 1인당 녹지지역비율의 각각 평균을 기준으로, 높고 낮음을 의미하며, 미세먼지가 아동의 정신건강에 미치는 영향은 아동 거주 지역의 녹지지역비율에 따라 차이가 있음을 알 수 있다. 녹지지역비율이 높은 지역에 거주하는 아동일수록, 미세먼지가 농도가 높아짐에도 불구하고 정신건강이 회복됨을 의미하며, 녹지지역비율이 적은 지역에 거주하는 아동 집단일수록 미세먼지의 영향을 받아, 미세먼지 농도가 높아질수록 정신건강이 악화됨을 예측할 수 있다.

## 5. 결론 및 제언

본 연구는 미세먼지가 아동의 신체 및 정신건강에 미치는

영향과 미세먼지와 아동의 신체 및 정신건강 간의 관계에서 빈곤 및 녹지지역비율의 조절 효과성을 중심으로 살펴보았다. 그 결과, 첫째 미세먼지 농도가 높을수록 미세먼지는 아동의 신체 및 정신건강에 부(-)적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 미세먼지가 아동의 신체건강에 영향을 미친다는 기존의 선행연구 결과들(Song et al., 2009; Baek and Park, 2014; Bae and Hong, 2018)과 동일하다. 또한 다수의 선행연구를 통해 확인되지 않았던, 미세먼지와 아동의 정신건강, 즉, 미세먼지가 아동의 우울에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 둘째, 미세먼지가 아동의 신체 및 정신건강 간의 관계에서 아동가정의 빈곤과 녹지지역비율을 조절변인으로 살펴보았다. 그 결과 아동의 가정이 빈곤할수록 아동의 신체 및 정신건강이 악화되는 것으로 확인되었다. 이는 기존의 선행연구(Chu et al., 2007; Kwon and Ku, 2010)와도 동일한 결과이다. 그러나 미세먼지와 아동의 신체 및 정신건강 간의 관계에서 아동가정의 빈곤 정도에 따른 조절효과는 검증되지 않았다. 이는 미세먼지가 아동의 신체 및 정신건강에 부정적인 영향을 미치는데 빈곤여부에 따라 크게 다르지 않음을 의미하며, 즉 미세먼지에 대한 대책 마련 시 모두를 위한 보편적 복지의 정책방안이 중요함을 시사한다. 셋째, 본 연구에서 주목한 부분은 미세먼지와 아동의 신체 및 정신건강 간의 관계에서 아동 거주 지역의 녹지지역비율에 따른 조절효과가 검증되었다는 점이다. 이는 미세먼지가 낮은 곳은 녹지지역비율의 높고낮음이 정신건강에 큰 영향을 미치지 않지만, 미세먼지가 높은 곳은 녹지지역비율이 높을수록 정신건강이 좋아지고, 녹지지역비율이 낮을수록 아동의 정신건강이 나빠지는 경향성이 뚜렷하게 나타났음을 강조한다. 이와 같은 결과는 빈곤을 통제한 상황에서도 녹지지역비율의 조절효과가 통계적으로 검증된 것이므로, 아동가정이 빈곤하더라도 녹지지역비율이 높다면, 아동의 건강에 큰 영향을 미치지 않음을 의미한다. 따라서 미세먼지로부터 아동의 건강을 지키는데 환경적 차원의 노력도 매우 중요함을 시사한다.

지금까지 본 연구결과를 바탕으로, 이미 사회적 재난이 된 미세먼지 취약계층인 아동에게는 사회구조적인 해결책이 필요함을 확인하였다. 미세먼지는 사람을 차별하지 않았지만, 이를 방지하면 미세먼지 대응 역량의 차이로 건강상의 피해가 차별적으로 발생할 수 있기 때문이다(Pressian, 2017). 그러므로 본 연구결과와 연결하여 다음과 같이 제언하였다.

첫째, 미세먼지 재난에 대한 보편적 복지를 실천하기 위해 잠재위험의 대응책으로 예방정책이 필요하다. 아동의 경우, 학교 및 기타 교육 등을 통해 미세먼지 문제를 가깝게 느끼고 있으나, 미세먼지에 관한 정확하지 않은 정보 혹은 아동의 건강에 더욱 치명적임을 인지하지 못하는 상황으로 보고되었다(Lee, 2019). 또한 미세먼지가 높은 월 혹은 계절에만 많은 사람의 관심과 신경이 집중되고 있다. 해외사례를 살펴



보았을 때, 대만 환경품질보호재단(EQPF)은 의무적으로 학교의 공교육 시간을 활용하여 일정시간 환경교육을 제공하는 법적 제도를 마련하였다고 한다. 이에 정부에서는 환경교육에 대해 전문기관과 담당 강사의 정보를 제공하고, 이들을 학교로 파견하여 질 높은 교육을 제공한다. 또한 각 학교에 공기 오염도 측정 스틱을 설치하여, 초등학교 때부터 관심과 인식을 높일 수 있는 환경을 제공하고 있었다. 이처럼 아동의 눈높이에 맞는 차별화된 교육이 실천되어야 한다. 더 나아가 초등학교 시기의 아동은 부모와의 학습활동이 교육에 더욱 효과적(Park and Kim, 2014)이므로 미세먼지와 관련하여 가정에서의 일상 속 교육도 이루어져야 한다. 이를 위해, 미세먼지 취약계층인 아동을 대상으로 미세먼지에 관한 일상교육이 공교육인 학교와 가정에서 함께 이루어지는 일체형 대응체계를 구축해야 한다.

둘째, 미세먼지로 인한 아동의 신체 및 정신건강 피해 정도와 관련하여 지속적인 모니터링과 통합적 관리가 필요하다. 아동으로부터 미세먼지의 영향을 절대적으로 차단할 수는 없을 것이다. 특히 아동의 정신건강은 성장 과정을 지나 성인이 되어서도 매우 중요한 문제이므로, 미세먼지로 인한 아동들의 정신건강 신호에 관심을 가져야 한다. 아동의 신체 및 정신건강의 영향 정도를 완화하는 데 초점을 둔 해결책이 대부분이었다면, 예방적 차원에서의 방안도 반드시 고려할 필요가 있다. 이를 위해, 재난으로부터 복구의 개념이 아닌 예방의 개념으로서 예방적 차원의 재난복지 안정시스템을 구축하고, 재난 위험 지역의 사례관리를 통해 지속적인 모니터링 및 지역 전체의 통합적 개입이 이루어져야 한다.

셋째, 본 연구결과를 바탕으로 미세먼지 재난으로부터 회복할 수 있는 보호요인인 녹지지역비율에 주목하여, 아동의 주거지역을 중심으로 녹지지역 강화사업은 지속되어야 한다. 단, 이 정책이 실제적인 지역환경 및 주거환경 개선으로 이루어질 수 있도록 거시적인 관점에서 접근되어야 함을 의미한다. 이를 위한 구체적인 정책으로 아동 건강권 보장을 위해 ‘아동 친환경 도시’ 인증제도 도입이나 ‘아동친화도시’ 인증기준에 환경요소 포함을 제안한다. 녹지지역비율 및 녹지공원 생성비율을 인증기준의 최우선으로 하며, 미래를 살아갈 아동들이 직접 참여하여 미세먼지 보호환경을 개선하고 아동건강권을 보장하는 인증기준도 함께 마련되어야 할 것이다.

넷째, 미세먼지와 아동의 건강, 성장발달과의 관계를 종합적으로 살펴보고 대응방안을 마련하기 위한 종합적 데이터 구축이 필요하다. 미세먼지가 아동발달에 다각도로 영향을 미칠 수 있으나, 본 연구는 기존 패널자료를 중심으로 수행된 연구로 변수 설정 및 연구 범위의 한계가 있었다. 특히, 미세먼지는 아동건강에 미치는 영향이 직접적으로 나타나기까지 오랜 시간이 걸린다. 그러므로 미세먼지와 미세먼지 취약계층에 대한 종합적인 데이터를 구축하여, 아동의 신체

및 정신건강 간의 관계를 보다 세심하게 추적조사하는 연구가 진행되어야 한다. 더 나아가 입체적인 생활영역으로 반경을 넓히어 주거환경, 지역환경, 경제환경, 사회환경, 복지 등 다학제적으로 접근되어야 한다.

본 연구는 미세먼지와 아동건강과의 관계에 관해 기존 연구에서 더 나아가 정신건강에 영향을 미치고 있음을 밝히었다는 점에서 의의가 있다. 미세먼지와 같은 환경적 재난은 사회구조적 재난으로 정착되지 않도록 더욱 공정하고 평등한 세상을 만들어가는 차원에서 다뤄져야 한다(Marshall, 2018). 이에 미세먼지와 아동건강 간의 관계에서 사회구조적 차원에서의 빈곤과 생활 환경적 차원에서의 녹지지역비율의 조절효과를 검증했다는 점에서는 더 큰 시사점을 제공하였다. 이 결과로, 빈곤과 같은 위험요인보다 녹지지역비율과 같은 보호요인의 강화가 미세먼지로 인한 영향력으로부터 아동을 보호할 수 있음을 밝힌 것은 중요한 학문적 결과로 볼 수 있다.

마지막으로, 본 연구의 의의가 확대되기 위하여, 다음과 같은 후속연구를 제안한다. 선행 연구(Lee, 2019)와 달리, 본 연구에서는 아동과 신체 및 정신건강과의 관계에서 아동 가정의 빈곤은 조절효과로 검증되지 않았다. 본 연구에서 활용한 빈곤이 주관적인 빈곤으로, 주관적 빈곤과 객관적 빈곤 간에는 차이가 존재(Han and Seo, 2014)하므로, 실제 현상을 정확히 반영하지 못하였을 수 있다. 또한 빈곤에 노출된 아동이라도 다른 요소들인 가족의 지지 등의 영향을 통해 아동의 우울에 직접적인 영향을 미치지 않을 수 있다(Shin and Hong, 2014). 그러므로 본 연구에서는 검증되지 않았다 하더라도, 미세먼지와 기후변화 취약계층이자 건강 취약계층인 빈곤아동의 건강에 관한 연구는 지속되어야 한다. 뿐만 아니라 미세먼지 영향을 심층적으로 밝히기 위해 다양한 대상과 연령대를 중심으로 발달과정에 따른 중단연구도 시작되어야 한다. 이러한 노력을 통해, 이제 미래의 주인공들을 건강하게 숨 쉴 수 있는 일상으로 되돌려 주어야 한다.

## References

- Bae, H.J., Lim, Y.R., Gan, S.Y., and Lee, J.T. (2014). *Association between PM<sub>2.5</sub> and children's environmental disease*. Report No. 2014-09, Korea Environment Institute.
- Bae, S.H., and Hong, Y.C. (2018). Health effects of particulate matter. *Journal of the Korean Medical Association*, Vol. 61, No. 12, pp. 749-755.
- Baek, S.K., and Park, K.H. (2014). Associations between characteristics of green spaces, physical activity and health: Focusing on the case study of Changwon City. *Journal of the Korean Institute of Landscape Archi-*

- ecture, Vol. 42, No. 3, pp. 1-12.
- BBC News. (2019). *Ella Kissi-Debrah: New inquest into girl's 'pollution' dead* (May 2, 2019). Retrieved from <https://www.bbc.com/news/uk-england-london-48132490>
- Cho, K.S., Lim, Y.R., Lee, K.H., Lee, J.S., Lee, J.H., and Lee, I.S. (2017). Terpenes from forests and human health. *Toxicological Research*, Vol. 33, No. 2, pp. 97-106.
- Chu, J.M., et al. (2007). *Environmental policy for low-income population in urban areas I-1*. Report No. 2007-02, Korea Environment Institute.
- Environmental Quality Protection Foundation. Retrieved from <http://www.eqpf.org/en/Site/index.html>.
- Ha, J.S., Song, Y.I., Park, C.S., Myoung, S.J., Shin, Y.S., Lim, Y.S., et al. (2014). *Systematic support and management of the vulnerable class of climate change*. Report No. 2014-002-2-1, Ministry of Environment.
- Han, Y.K., and Seo, U.S. (2014). The effects of housing status in metropolis on subjective poverty. *Seoul Studies*, Vol. 15, No. 4, pp. 79-98.
- Hanna, R., and Oliva, P. (2016). Implications of climate change for children in developing countries. *The Future of Children*, Vol. 26, No. 1, pp. 115-132.
- Hong, S.H., Kang, R.Y., An, M.Y., Kim, J.S., and Jung, E.S. (2018). Study on the impact of roadside forests on particulate matter between road and public openspace in front of building site: Case of openspace of Busan City hall in Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology*, Vol. 32, No. 3, pp. 323-331.
- Huh, M.Y. (2000). *The study for the development and validation of 'parenting behavior inventory' perceived by adolescent*. Ph.D. dissertation, Ewha Womans University.
- Hwang, K.I., Han, B.H., Kwark, J.I., and Park, S.C. (2018). A study on decreasing effects of ultra-fine particles (PM<sub>2.5</sub>) by structures in a roadside buffer green: A buffer green in Songpa-gu, Seoul. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, Vol. 46, No. 4, pp. 61-75.
- Kim, D.Y., and Jin, J.I. (2017) Does air pollution negatively affect individual happiness? *GRI Review*, Gyeonggi Research Institute, Vol. 19, No. 3, pp. 51-68.
- Kim, J.H., Kim, W.T., and Yoon, Y.H. (2013). Beneficial effect of green landscape on relieving stress of citizen in urban area. *Korean Journal of Environment and Ecology*, Vol. 27, No. 4, pp. 516-523.
- Kim, K.N., Lim, Y.H., Bae, H.J., Kim, M.H., Jung, K., and Hong, Y.C. (2016). Long-term fine particulate matter exposure and major depressive disorder in a community-based urban cohort. *Environmental Health Perspectives*, Vol. 124, No. 10, pp. 1547-1553.
- Kim, S.W. (2003). *The effect of social support on abused children's adjustment*. Master's thesis, Seoul National University.
- Kim, W.J., Woo, S.Y., Yoon, C.R., and Kwak, M.J. (2018). *Evaluation on the reduction effect of particulate matter through green infrastructure and its expansions plans*. Report No. 2018-PR-36, The Seoul Institute.
- Ko, Y.J., Cho, K.H., and Kim, W.C. (2019). Analysis of environmental equity of green space services in Seoul: The case of Jung-gu, Seongdong-gu and Dongdaemun-gu. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, Vol. 47, No. 2, pp. 100-116.
- Korea Environment Corporation Air Korea. *Air pollution data on real time*. Retrieved from <http://www.airkorea.or.kr>
- Korea Health Industry Development Institute (KHIDI). (2007). *Recognized as the world's first mechanism of respiratory disease caused by fine dust* (January 22, 2007, Press release).
- Kwon, E.S., and Ku, I.H. (2010). The effect of poverty on children's health. *Korean Journal of Social Welfare*, Vol. 62, No. 4, pp. 129-148.
- Lee, B.J., and Kim, S.W. (2005). Societal factors of child maltreatment : Focusing on the role of neighborhood poverty. *Journal of Korean Council for Children & Rights*, Vol. 9, No. 3, pp. 347-373.
- Lee, S.J. (2019). *National recognition survey results: Fine dust and the lives of children and the elderly*. The 2019 First Population Forum, Korea Institute for Health and Social Affairs, pp. 7-18.
- Marshall, G. (2018). *Don't even think about it: Why our brains are wired to ignore climate change* (E.K. Lee, Trans.). Seoul: GalMaBaRam.
- Ministry of Environment (ME). (2016). *Concentration of fine dust to protect the vulnerable class of children, students, seniors, etc.*
- Ministry of Environment (ME). (2019). *Fine dust fact check: Fine dust! Ask me anything*.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. *Statistic of Urban Planning*. Retrieved from <http://stat.molit.go.kr>
- National Youth Policy Institute. *Korean children and youth panel survey 2010 (KCYPs 2010)*. Retrieved from



<https://www.nypi.re.kr/archive>

- Oudin, A., Bråbäck, L., Åström, D.O., Strömgen, M., and Forsberg, B. (2016). Association between neighbourhood air pollution concentrations and dispensed medication for psychiatric disorders in a large longitudinal cohort of Swedish children and adolescents. *BMJ Open*, Vol. 6, No. 6. e010004. doi:10.1136/bmjopen-2015-010004
- Park, B.D. (2012). Incorporation of polluter-pays principle in international environmental law into Korean environmental law. *Environmental Law Review*, Vol. 34, No. 1, pp. 331-359.
- Park, B.D. (2013). Vulnerability to climate change and climate justice. *Environmental Law Review*, Vol. 35, No. 2, pp. 61-94.
- Park, B.H., and Kim, N.R. (2014). The relationship among the children's perceived psychological environment of family, academic self-concept and learning motivation. *The Korean Journal Child Education*, Vol. 23, No. 2, pp. 149-162.
- Park, M.O., and Koo, B.H. (2012). Rationalizing strategies for children's activity spaces and facilities. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*, Vol. 40, No. 4, pp. 36-50.
- Pressian. (2017). *What about fine dust inequality?* (May 26, 2017). Retrieved from <http://www.pressian.com/news/article/?no=159440>
- Rhee, H.C., Ahn, K.A., and Kim, T.Y. (2018). A socio-economic loss of respiratory disease caused by particulate matter pollution: Focusing on panel VAR model. *Korean Management Consulting Review*, Vol. 18, No. 4, pp. 173-186.
- Roberts, S., Arseneault, L., Barratt, B., Beevers, S., Danese, A., Odgers, C.L., et al. (2019). Exploration of NO<sub>2</sub> and PM<sub>2.5</sub> air pollution and mental health problems using high-resolution data in London-based children from a UK longitudinal cohort study. *Psychiatry Research*, Vol. 272, pp. 8-17.
- Shin, I.S. (2012). The study of laws connected with urban planning facilities established at green zone. *Journal of Green Industrial Research*, Vol. 18, No. 1, pp. 11-19.
- Shin, I.S., and Hong, N.M. (2014). The effect of poverty on children's health: The mediation of neglect and depression. *Global Social Welfare Review*, Vol. 4, No. 1, pp. 5-25.
- Shin, S.M., and Lim, S.S. (2019). Estimating pollution-related deaths and the effects of urban forests on PM<sub>2.5</sub>: A case study of South Korea. *Proceedings of 2019 Annual Conference*, Korea Resource Economics Association, pp. 243-265.
- Song, S.H., Lee, C.W., Park, C.H., Heo, W.J., Lee, Y.M., Kim, D.S., et al. (2009). A study on the association between ambient particles and urinary malondialdehyde in children. *Cancer Prevention Research*, Vol. 14, No. 4, pp. 303-308.
- Tak, Y.R., An, J.Y., and Lee, C.H. (2013). Effects of openness and accessibility to nature nearby school on connectedness to nature and self-concept among elementary students. *Journal of People, Plants, and Environment*, Vol. 16, No. 1, pp. 47-52.
- Unicef News. (2017). *What happens to children who are exposed to air pollution every day* (May 11, 2017). Retrieved from [https://www.unicef.or.kr/news/news\\_view.asp?page=9&sKey=&sWord=&sType=1&searchCode=&idx=64214](https://www.unicef.or.kr/news/news_view.asp?page=9&sKey=&sWord=&sType=1&searchCode=&idx=64214)
- Vert, C., Sánchez-Benavides, G., Martínez, D., Gotsens, X., Gramunt, N., Cirach, M., et al. (2017). Effect of long-term exposure to air pollution on anxiety and depression in adults: A cross-sectional study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Vol. 220, No. 6, pp. 1074-1080.
- Woo, S.J., Kang, H.A., Nho, C.R., Chun, J.S., Lee, S.J., and Chung, I.J. (2019). The impact of fine dust on psychological and emotional development of children in out-of-home care. *Korean Social Security Studies*, Vol. 35, No. 3, pp. 129-151.
- World Health Organization (WHO). (2018). *Air pollution and child health, prescribing clean air: Summary*.
- Yu, S.Y., Gu, N.I., Oh, J.H., and Park, C.A. (2017). Characteristics of concentration of fine dust in urban forests. *Proceedings of 2017 Annual Conference*, The Korea Environmental Sciences Society, Vol. 26, p. 191.
- Zhang, X., Zhang, X., and Chen, X. (2017). Happiness in the air : How does a dirty sky affect mental health and subjective well-being? *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 85, pp. 81-94.

---

Received	September 4, 2019
Revised	September 23, 2019
Accepted	October 2, 2019