

2022
4. 11

KRIHS POLICY BRIEF
No. 860

발행처 국토연구원
발행인 강현수
www.krihs.re.kr



국토정책 Brief

KRIHS POLICY BRIEF

국토공간 유형구분을 통한 지역맞춤형 미세먼지대책 수립방안



주요 내용

- ① 우리나라 미세먼지 농도 분석결과 봄, 겨울의 농도가 높게 나타났으며, 수도권과 서해안 지역이 남해안과 동해안 지역보다 상대적으로 높게 나타남(2019년 기준)
- ② 공간특성에 따라 미세먼지 농도와 그로 인한 영향이 달라지므로, 공간특성에 기초하여 국토공간의 유형을 구분하고 유형별 대책을 수립할 필요가 있음
- ③ 미세먼지의 농도(평균농도와 고농도 빈도)와 노출(총인구수와 취약계층 비율)을 고려하여 리스크 기반의 국토공간 유형을 3개(높음-중간-낮음)로, 직·간접 영향인자를 활용하여 영향인자 기반 국토공간 유형을 3개(A, B, C)로 구분함
- ④ 미세먼지대책으로서 배출량 감축뿐만 아니라 저감, 적응, 관련 정보시스템 구축 등을 다각도로 활용할 수 있음
- ⑤ 미세먼지로 인한 리스크가 높은 지역은 적응정책과 정보시스템을 우선 수립 및 구축해야 하며, 동시에 미세먼지 발생 억제대책 및 녹지와 수공간을 연계한 저감대책이 수립되어야 함

정책방안

- ① (리스크 기반 국토공간 유형) 미세먼지의 평균 농도 및 고농도 빈도, 해당 지역의 취약인구 비율 등을 반영한 리스크에 기반하여 미세먼지대책 도입의 우선순위를 설정할 필요
- ② (영향인자 기반 국토공간 유형) 미세먼지에 대한 직·간접적 영향인자의 특징을 고려함으로써 지역 특성에 맞는 미세먼지대책의 목록을 구축할 필요
- ③ (통합 국토공간 유형) 미세먼지로 인한 리스크와 영향인자를 모두 반영한 통합 국토공간의 유형을 활용하여 미세먼지대책의 우선순위와 방향성을 설정할 필요

윤은주 부연구위원
박종순 그린인프라연구센터장
성선용 한국전통문화대학교
조교수
홍제우 한국환경연구원
부연구위원

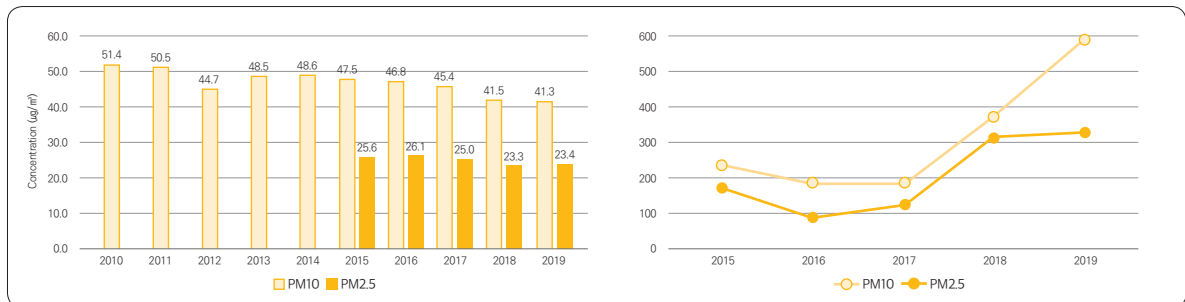
1

미세먼지의 시·공간적 현황 및 공간맞춤형 대책의 필요성

연평균 미세먼지¹⁾ 농도는 지속적으로 감소하여 현재 정체 중이지만, 고농도 미세먼지에 대한 주의보 발령 횟수는 증가하면서 시민들이 체감하는 농도는 나빠졌음(성선용 2020)

- 국민의 절반 이상이 국가의 미세먼지대책을 알고는 있으나 44.5%가 불만족하고 있음(환경부 2018)
- 코로나19로 2020년에 미세먼지가 27% 감소하였으나(환경부 2020) 경제가 회복되면 다시 증가할 것으로 예상됨

그림 1 미세먼지(PM10)와 초미세먼지(PM2.5) 농도 변화(2000~2019)(좌)와 최근 5년간의 주의보 횟수(우)

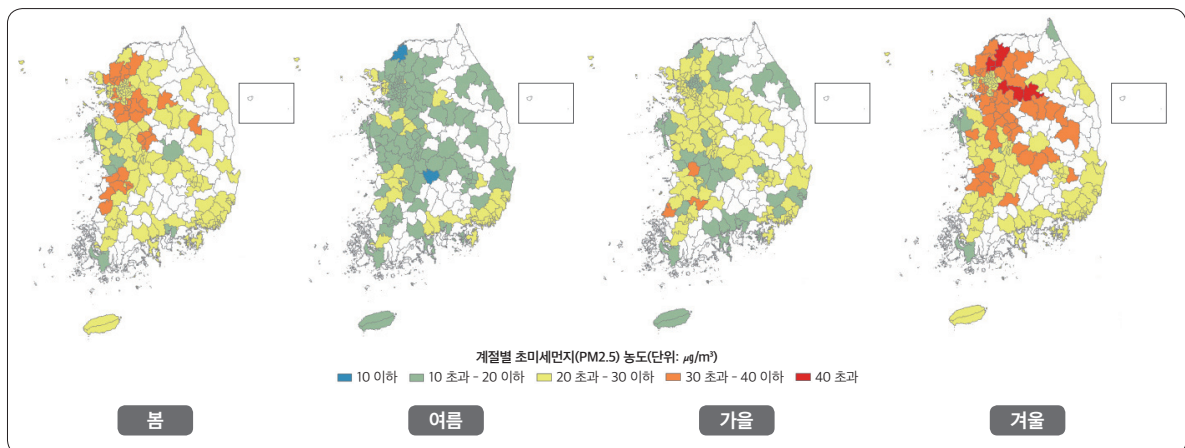


출처: 성선용 2019, 10을 바탕으로 2019년 자료를 저자 보완.

출처: 한국환경공단 2020에서 제공하는 자료를 바탕으로 저자 작성.

미세먼지의 시·공간적 분포는 직접배출원을 포함한 다양한 원인에 의해서 결정되므로 직·간접적 영향인자를 분석하고 미세먼지대책과 연계하는 접근법이 필요함

그림 2 2019년도 초미세먼지(PM2.5)농도의 시·공간적 분포 현황



출처: 성선용 2020, 92.

현 미세먼지대책은 직접 배출원의 감축·관리에 집중하고 있으며 지역별·분야별 직접 배출원의 규모, 토지피복 등 미세먼지 2차 생성에 영향을 미치는 인자, 미세먼지에 노출되는 인구 규모 및 구성 등을 반영한 미세먼지 대응은 미흡

- 지역별로 미세먼지 농도와 노출되는 인구, 미세먼지 생성에 직·간접적으로 영향을 주는 인자를 분석하고 이를 종합하여 국토공간의 유형을 설정함으로써 지역 맞춤형 미세먼지대책을 수립할 수 있음
- 지역 맞춤형 대책을 추진하기 위해서는 다양한 공간특성을 종합하여 미세먼지대책의 방향성을 설정하도록 지원할 수 있는 국토공간의 유형화가 필수적

1) 미세먼지는 입자의 크기에 따라서 미세먼지(PM10; 10 μm 이하), 초미세먼지(PM2.5; 2.5 μm 이하) 등으로 구분. PM은 Particulate Matter의 약자임.

2

미세먼지대책 마련을 위한 통합 국토공간 유형구분

미세먼지 리스크를 고려한 국토공간 유형구분

미세먼지의 농도현황에 따른 유형과 인구현황에 따른 유형을 리스크 개념에 기초하여 ‘리스크 기반 유형(높음, 보통, 낮음)’으로 통합함

- 리스크 개념은 재난재해로 인한 잠재적인 피해정도를 나타내는데 유용한 개념(Pachauri et al 2014)으로, 재해가 발생할 확률(probability)과 재해발생 시 피해정도(consequences)의 곱으로 표현할 수 있음(Renn 1998)
- 본 브리프에서는 미세먼지에 따른 리스크를 정의하기 위하여 ‘미세먼지의 농도현황’을 재해가 발생할 확률로, ‘인구현황’은 피해정도로 개념화하였음
- 미세먼지 농도현황은 미세먼지의 평균농도와 고농도빈도수에 따라 4개 유형(<그림 3> 유형1~4)으로, 인구현황 역시 관측지점 주변의 인구수와 취약인구(어린이 및 노인)의 비율에 따라 4개 유형(<그림 3> 유형가~나)으로 구분하였음

그림 3 공간 유형구분 방법 개념도(미세먼지의 노출현황/농도를 고려한 리스크 개념을 활용)

		인구현황			
		고인구/고취약(유형가)	저인구/고취약(유형나)	고인구/저취약(유형라)	저인구/저취약(유형다)
농도현황	고농도/고빈도(유형1)				
	저농도/고빈도(유형2)				
	고농도/저빈도(유형4)				
	저농도/저빈도(유형3)				

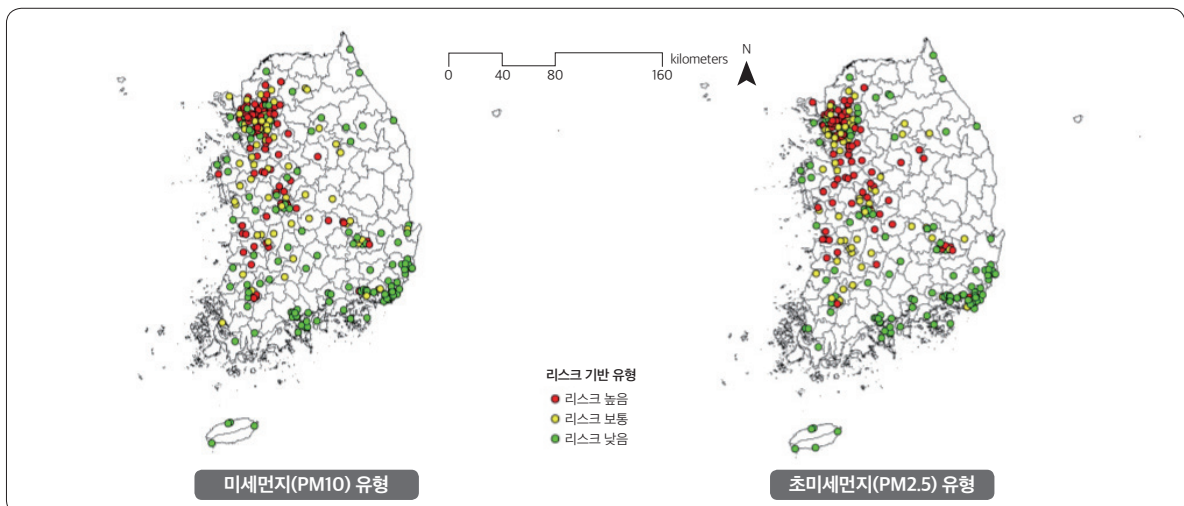
리스크 높음

리스크 낮음

농도현황 유형과 인구현황 유형의 조합에 따라 리스크 매트릭스의 높음, 보통, 낮음 중 한 유형으로 구분됨

- 미세먼지 농도를 기준으로 연평균 농도가 높고 고농도 빈도가 발생하는 지역(유형1)이나 인구현황에 따라 리스크가 낮게 나타나는 지역이 존재함
- 상대적으로 리스크가 높은 지역들은 주로 수도권 및 서해안에, 리스크가 낮은 지역들은 남해안 및 동해안 일부 지역에 위치함

그림 4 리스크 기반의 국토공간 유형구분 결과

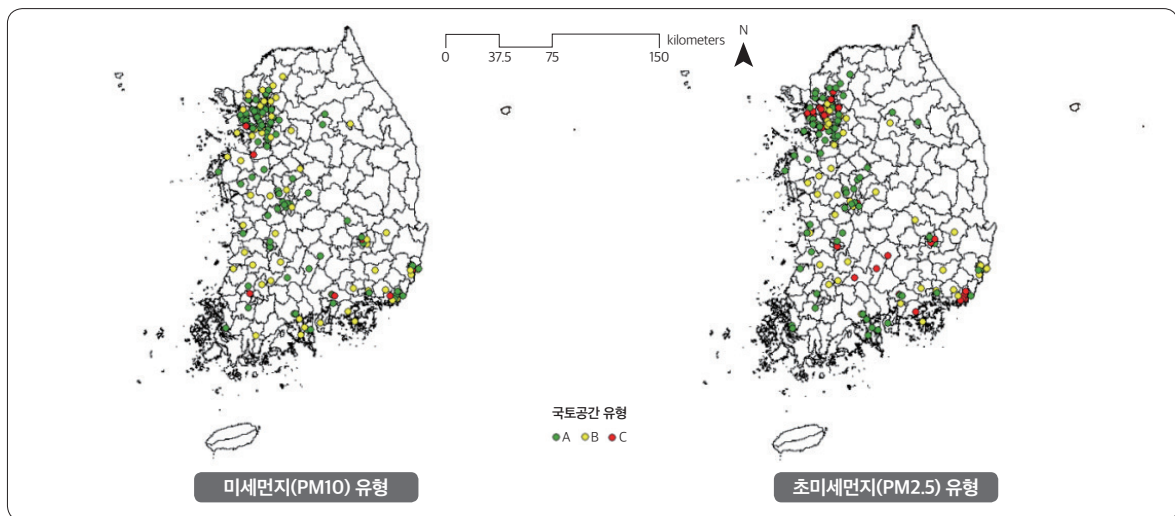


미세먼지 영향인자를 고려한 국토공간 유형구분

선행연구 고찰 및 상관관계 분석을 통해 선정된 미세먼지에 대한 직·간접적 영향인자를 중심으로 K-means 군집분석을 실시함으로써 '영향인자 기반 유형(A, B, C)'으로 통합하였음

- 미세먼지의 경우 CO, NO₂ 농도가 높은 '유형A', 녹지가 많은 '유형B', 도로 및 공장이 많고 녹지가 적은 '유형C'의 3개 유형으로 구분함
- 초미세먼지의 경우, 녹지가 많은 '유형A', 자연초지가 많고 CO의 농도가 낮은 반면 NO₂의 농도가 높은 '유형B', CO와 NO₂의 농도가 높은 '유형C'의 3개 유형으로 구분함

그림 5 영향인자 기반 국토공간 유형구분 결과

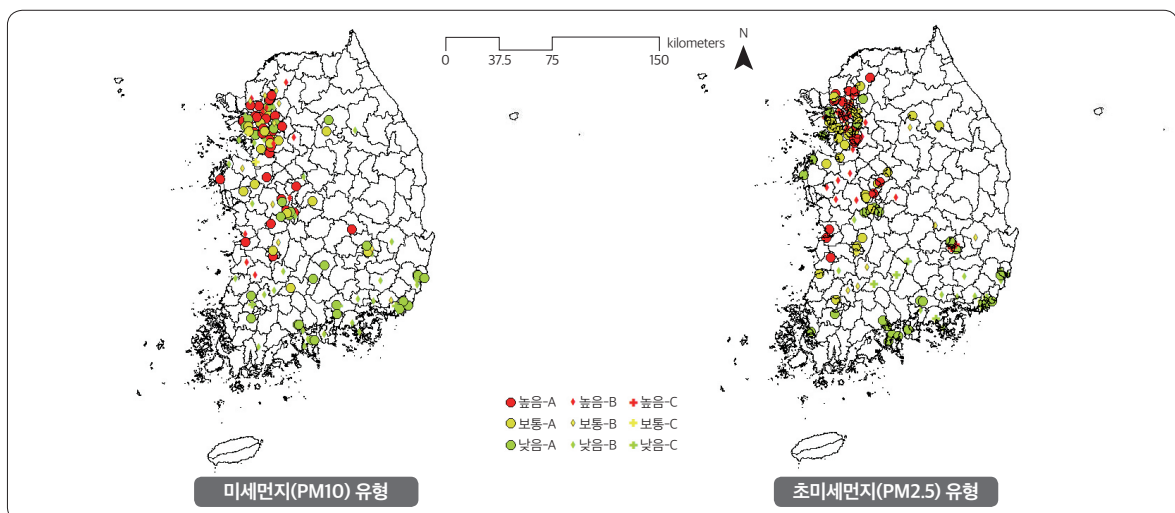


리스크-영향인자 통합 국토공간 유형 구분

미세먼지로 인한 리스크와 미세먼지 농도에 대한 영향인자를 종합적으로 고려하여 '통합 국토공간 유형'을 구분한 결과, 주로 남쪽 지역에서 '리스크 낮음 유형 - 영향인자 기반 A·B·C 유형'이 나타났음

- 미세먼지의 경우, 영향인자 기반 '유형C'에 해당하는 관측소 6곳 외에는 모두 '유형A'와 '유형B'에 해당함
- 초미세먼지의 경우, 대도시권에 영향인자 기반 '유형A'가 주로 나타났으며, 수도권 남부지역 중심으로는 '리스크가 높음 유형 - 영향인자 기반 유형B'가 분포함

그림 6 통합 국토공간 유형구분 결과



3

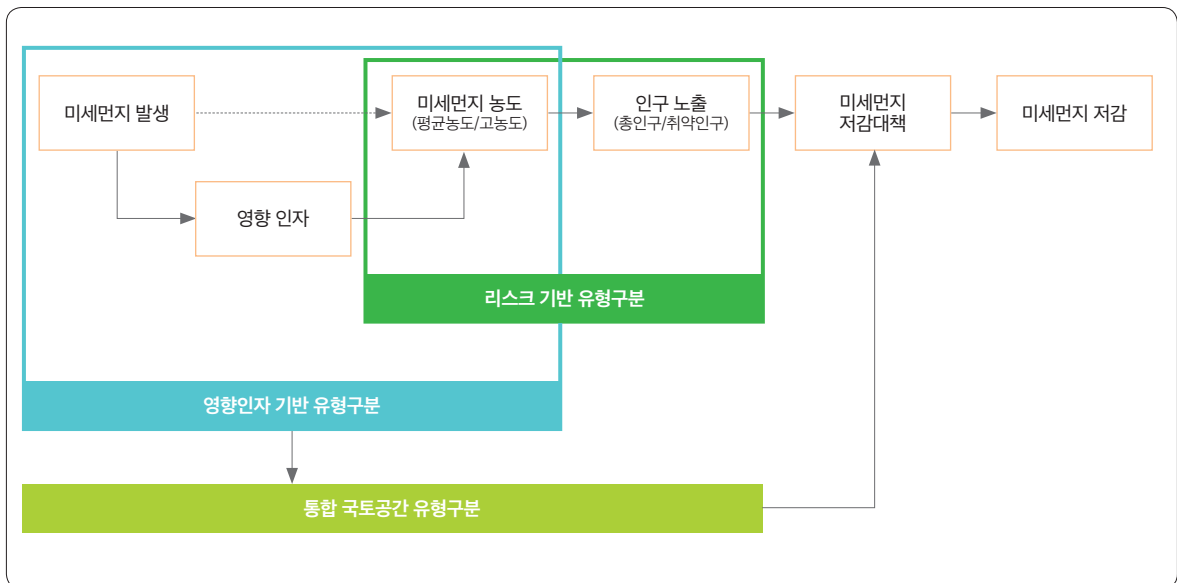
국토공간 유형별 맞춤형 대책 수립 방향

미세먼지대책 수립 체계

미세먼지 리스크와 영향인자에 대한 유형을 구분하고 이를 다시 통합하여 유형을 구분하는 체계는 지역에서 미세먼지의 원인 및 현상, 그에 따른 위험 수준을 다각도로 진단하여 입체적인 대책을 수립하는 데 유용함

- 미세먼지의 농도현황과 미세먼지에 노출되는 인구수 및 취약인구 비율에 기초하여 '리스크 기반 유형구분'을 실시하고, 미세먼지 농도의 직·간접 원인에 기초하여 '영향인자 기반 유형구분'을 실시한 다음²⁾, 마지막으로 이 두 가지 유형의 조합을 이용하여 '통합 국토공간 유형구분'을 도출함
- 단계별로 도출된 유형을 점수화 및 합산하여 '좋고 나쁨'의 척도에서 접근하기보다는 유형 간 조합 매트릭스를 그대로 활용함으로써 미세먼지대책별 특성과 매칭할 수 있음
- 의사결정의 목적에 따라서는 특정 단계에서의 유형구분 결과만을 활용할 수도 있음(예: 「미세먼지 저감 및 관리에 관한 특별법」 제22조에 따라 초미세먼지에 대한 취약계층을 위해 '미세먼지 집중관리구역'을 선정해야 한다면 리스크 기반의 유형구분 결과를 직접 활용할 수 있음)

그림 7 미세먼지의 농도·노출현황과 영향인자를 고려한 미세먼지대책 수립 체계



통합 국토공간 유형별 미세먼지대책 수립

미세먼지대책은 미세먼지 발생 억제, 미세먼지 저감, 미세먼지 적응, 미세먼지 정보시스템 구축으로 구분할 수 있음(윤은주 2020)

- (미세먼지 발생 억제) 배출량 감축, 전구물질 관리, (미세먼지 저감) 물리적, 화학적, 생태적 저감, (미세먼지 적응) 미세먼지 쉼터, 실내 공기질 관리, (미세먼지 정보시스템 구축) 미세먼지대책 모니터링, 정보제공 등

통합 국토공간 유형별 특성을 고려한 미세먼지대책의 방향을 <표 1>과 같이 제안함

- 리스크 유형에 따라 미세먼지 적응대책 수립 및 정보시스템 구축의 우선순위를 설정하고, 영향인자 유형에 따라서는 각 영향인자 조절 등과 연계되는 대책을 구성해야 함

2) 이 브리프에서 구분한 유형은 해당 관측소 주변 500m 공간범위 내에서 한정된 것으로 해당 구 혹은 동의 전체 유형을 대표하는 것은 아님.

- ‘리스크가 높은 지역’은 미세먼지 적응대책과 미세먼지 정보시스템을 우선 도입하면서 미세먼지 발생억제와 저감을 함께 추진해야 하는데, 흡수원의 유무 등 영향인자에 따라 저감대책의 상세한 구성이 달라야 함
- ‘리스크가 보통인 지역’은 미세먼지로 인한 피해가 다소 발생하는 지역으로서 미세먼지 발생의 억제 및 (미세먼지 발생 후) 저감대책을 동시에 적용하면서 미세먼지에 대한 적응대책은 비용 및 효과에 따라 제한적으로 도입해야 함
- ‘리스크가 낮은 지역’은 미세먼지로 인한 피해가 거의 없는 지역으로서 미세먼지 발생 이후의 조치에 해당하는 저감, 적응, 정보시스템 구축 등 포괄적 대책보다는 미세먼지 발생의 억제 등 직접적 관리에 집중할 필요가 있음

표 1 국토공간 유형별 미세먼지 저감대책 수립 방향

통합 국토공간 유형		설명	미세먼지대책 우선순위			
현황 유형	영향 인자 유형		미세먼지 발생 억제	미세먼지 저감	미세먼지 적응	정보 시스템 구축
리스크 높음	A	미세먼지에 따른 즉각적인 피해가 예상되며 CO, NO ₂ 농도가 높은 지역	◎	◎	○	◎
	B	미세먼지에 따른 즉각적인 피해가 예상되며 다른 곳보다 흡수원이 많은 지역	◎	○	○	○
리스크 보통	A	미세먼지에 어느 정도 피해가 예상되며 CO, NO ₂ 농도가 높은 지역	○	○	△	○
	B	미세먼지에 어느 정도 피해가 예상되며 다른 곳보다 흡수원이 많은 지역	○	○	△	△
	C	미세먼지에 어느 정도 피해가 공장지역과 도로시설의 면적이 높고 흡수원 면적이 낮은 지역	○	○	△	△
리스크 낮음	A	미세먼지에 따른 피해정도가 적으며 CO, NO ₂ 농도가 높은 지역	○	○	△	△
	B	미세먼지에 따른 피해정도가 적으며 흡수원이 많은 지역	△	△	△	△
	C	공장지역과 도로시설의 면적이 높은 지역 흡수원 면적도 낮은 지역	○	△	△	△

주: ◎ 최우선, ○ 우선, △ 일부

참고문헌

- 성선용. 2019. 미세먼지 농도의 시·공간적 분포현황 및 잠재영향인자 고찰. Working Paper 19-04. 세종: 국토연구원. <http://krihs.re.kr/issue/issueWorkPaperView.do?seq=62> (2022년 4월 1일 검색).
- _____. 2020. 미세먼지 농도의 공간적 현황 및 잠재영향인자를 고려한 환경계획적 대응 방향. 한국환경복원기술학회지 제23권 제1호: 89-96.
- 윤은주. 2020. 미세먼지(PM10) 추세를 고려한 환경계획 적용 방안 제안. 환경영향평가 제29권 제3호: 210-218.
- 한국환경공단. 2020. 에어코리아. <https://www.airkorea.or.kr/web> (2020년 10월 11일 검색).
- 환경부. 2018. 국민 78.7% ‘미세먼지는 건강위협’ 72.4% ‘시민실천운동 참여’ ... 시민 참여 의지 높아, 10월 12일. 보도자료.
- _____. 2020. 미세먼지 계절관리제 종료. 미세먼지 줄었다, 4월 1일. 보도자료.
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W. and Christ, R., et al. 2014. *Climate Change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Geneva: IPCC.
- Renn, O. 1998. Three decades of risk research: Accomplishments and new challenges. *Journal of Risk Research* 1, no.1: 49-71.

※ 이 브리프는 “성선용, 윤은주, 박종순, 홍제우. 2020. 미세먼지대책을 위한 국토공간 유형구분 연구. 세종: 국토연구원”의 결과를 요약 정리한 것임.

• **윤은주** 국토연구원 국토환경·자원연구본부 부연구위원
(yoonej@krihs.re.kr, 044-960-0219)

• **박종순** 국토연구원 그린인프라연구센터장
(jspark@krihs.re.kr, 044-960-0233)

• **성선용** 한국전통문화대학교 조교수
(sysung85@nuch.ac.kr, 041-830-7327)

• **홍제우** 한국환경연구원 부연구위원
(jwhong@kei.re.kr, 044-415-7567)

