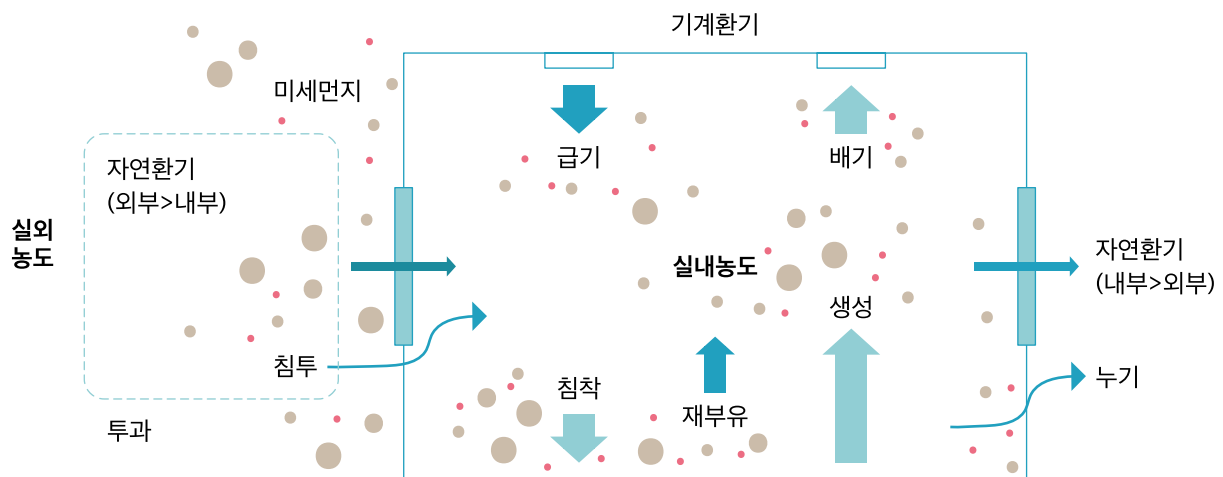


### 3. 학교 내·외부 미세먼지 발생원<sup>16)</sup>

학교 미세먼지가 발생하는 원인은 크게 ‘내부적 요인’과 ‘외부적 요인’으로 구분할 수 있습니다.

‘내부적 요인’은 교실 내 학생들의 일상적인 활동(등교, 수업, 체육활동, 급식 등)에 따라 내부에 정체된 미세먼지가 공기 중으로 비산되거나, 건물 내 틈을 통해 외부 공기가 유입되는 경우 등으로 볼 수 있습니다. 학교 외벽이나 창문, 건물의 구조적 틈새를 통해 외부 공기가 내부로 유입되는 요인을 점검할 수 있으며, 교실 내부 인원의 밀집도, 교실 청소 빈도, 실내화 착용 여부 등의 점검을 통해 해당 학교의 내부 자체 미세먼지 발생 요인을 확인할 수 있습니다.

‘외부적 요인’은 학교 주변에 도로가 많거나, 인근에 산업단지, 공장, 주변 대규모 공사 등 학교 주변의 물리적 환경 여건에 따라 미세먼지가 발생할 수 있는 요인을 검토할 수 있습니다. 일정 거리 내에 교통이 혼잡한 도로가 있거나, 학교 주변에 미세먼지 발생 가능성이 크다고 판단되는 시설이 있는 경우 도로나 해당 시설이 학교에서 얼마나 떨어져 있는지 확인이 필요합니다. 또한, 도로나 시설의 미세먼지 영향이 어느 정도 수준인지에 대해 추가로 확인해야 합니다.



<그림 22> 실내 미세먼지 농도형성 메커니즘

자료: 이병희(2018). 미세먼지의 입경에 따른 특성 및 실내 영향

16) EPA reference guide

## • 학교 외부 미세먼지 발생원

학교 외부에서 발생하는 미세먼지를 막는 가장 좋은 방법은 학교 위치 선정 시 학교 주변에 미세먼지 발생원이 없는 양호한 부지를 선정하는 것입니다.

학교 주변에 위치할 수 있는 미세먼지 발생원으로 자동차 등의 교통량이 많은 고속도로, 간선도로 등 주요 도로가 있습니다. 학교 주변에 도로와 차량과 같은 이동오염원이 가까이 있는 학교는 일간, 주간, 월간, 연간 도로의 교통량 변화 정도가 학교 외부 미세먼지 농도에 영향을 주게 됩니다. 따라서 학교 위치 선정 시 이러한 정보를 확인하고 교통량 패턴을 파악하는 것이 학교 공기질 관리를 위한 대응 방안 수립에 도움이 됩니다.

또한, 일부 학교의 경우 주변에 공장, 산업시설, 산업단지 등이 위치하여 미세먼지나 다른 대기오염물질에 따른 영향을 받는 경우도 있습니다. 산업단지 내 공장시설의 가동에 따른 시간적 대기오염물질 배출 패턴을 파악하는 것 또한 학교 공기질 관리를 위한 대응 방안 수립에 도움이 될 것입니다.

이 외에도 터미널이나 역사와 같이 배기가스를 배출하는 차량이 다수 운행하는 시설, 학교 인근에 있는 공사 현장, 폐기물 처리 및 재활용 시설 등이 주요 발생원입니다.

이처럼 학교 외부에서 발생한 미세먼지는 학교 건축물의 노후 등으로 인한 벽 틈, 환기를 위하여 개방한 창문 등을 통하여 실내로 침투하여 학생과 교직원 등 학교 구성원의 건강에 악영향을 미칠 수 있습니다.



<그림 23> 학교 입지 관련 미세먼지 배출원 유형별 구분

## • 학교 내부 미세먼지 발생원

학교 건물 내 미세먼지는 외부에서 유입되는 미세먼지와 더불어 실내에서 다양한 발생원에 의해 발생합니다. 학교 교실 내 미세먼지 농도는 학교 주변 대기오염도와 재실자의 활동 형태에 큰 영향을 받습니다. 본 사업단의 ‘학교 미세먼지 오염특성 연구’ 결과에 따르면, 외부에서 유입되는 미세먼지와 학생과 교사 등 재실자의 활동에 의해 발생하는 미세먼지가 교실 내 PM<sub>2.5</sub>의 주된 오염원임을 밝혀냈습니다. 또한, 국내 연구결과에 따라 교실 용도와 높이, 학교 건물의 건축 연도, 교실 내의 온도와 습도 등이 교실 내 미세먼지 농도에 영향을 미치는 인자라고 지적하였습니다<sup>17)</sup>.

학생들의 활동이 활발하게 일어나는 교실일수록 미세먼지 농도가 높게 나타났으며, 학교 건물이 오래되었을수록 건물의 노후화 등으로 생긴 틈, 창문 등으로 미세먼지가 많이 유입되는 것으로 밝혀졌습니다. 따라서 학교 교실 내 공기질을 보다 효율적으로 관리하기 위해서 학교 안의 미세먼지 발생원을 파악하고, 발생원에 따라 적절하게 관리하는 것이 매우 중요합니다.

[표 15] 학교 내·외부 미세먼지 발생원

발생원 구분	종류
외부	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 인근 도로의 자동차 배기가스</li> <li>■ 인근 산업시설에서 배출된 미세먼지</li> <li>■ 인근 공사장으로부터의 비산먼지</li> <li>■ 하역장, 폐기물 처리시설 등</li> </ul>
내부	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 교실 내 표면에 침착된 먼지의 재비산</li> <li>■ 학습 도구</li> <li>■ 학생과 교사의 물리적 활동</li> <li>■ 오염된 외기의 유입</li> <li>■ 환기장치 내부의 먼지</li> </ul>

17) 손윤석(2020). 국내 초등학교 내 입자상 물질 및 영향 요인. 한국대기환경학회지 36(2), 153-170.

## • 교실별 특징

본 사업단의 연구에서 검토된 내용에 따라, 국내 교육시설의 경우, 일반 교실, 특수 교실, 지원 시설, 공용 시설으로 분류할 수 있습니다. 교육을 위한 공간으로 한정 지을 경우, 공간에 적용되는 마감재를 비롯한 건축자재는 교육 목적을 달성하기 위한 성능을 충족해야 할 필요가 있으며, 미세먼지 저감을 위해선 해당 공간의 성격을 고려해서 적용하는 것이 중요합니다.

[표 16] 교실의 목적에 따른 특징

구분	세부 분류	특징
일반교실	열린 교실	<ul style="list-style-type: none"> <li>교과목 수업을 위해 학생들이 일과시간의 대부분을 보냄</li> <li>교실 형태, 구조 등에 따라 미세먼지 수준이 다를 수 있음</li> <li>분필, 학습 도구 등의 분진으로 인해 미세먼지 발생 가능성 있음</li> </ul>
	교과 교실	<ul style="list-style-type: none"> <li>시청각실과 비슷한 공간으로 학생들의 학습과 청취 등이 이루어지는 교실 형태</li> </ul>
특수교실	실험실	<ul style="list-style-type: none"> <li>각종 실험 및 실습이 이루어지는 공간</li> </ul>
	실과 실습실	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술 및 가정(요리) 등이 이루어지는 공간, 요리 실습 등으로 인해 미세먼지 발생 가능</li> </ul>
	음악·미술실	<ul style="list-style-type: none"> <li>다양한 악기, 미술도구를 사용하여 수업이 이루어지는 공간</li> </ul>
지원시설	체육관	<ul style="list-style-type: none"> <li>체육 수업과 활동 실습이 동시에 일어나는 공간</li> <li>학생들의 물리적 활동으로 인한 미세먼지 재비산 가능</li> </ul>
	도서실	<ul style="list-style-type: none"> <li>학생들의 집중력을 돕기 위한 조용한 공간으로 소음에 민감</li> </ul>
	어학실	<ul style="list-style-type: none"> <li>어학 설비를 위해 이중 바닥재를 사용하는 교실</li> </ul>
공용시설	복도	<ul style="list-style-type: none"> <li>학생들이 이동하는 공간</li> <li>많은 활동량으로 인한 미세먼지 재비산 가능</li> </ul>
	계단	<ul style="list-style-type: none"> <li>복도와 마찬가지로 학생들의 이동이 많은 공간</li> </ul>
	화장실	<ul style="list-style-type: none"> <li>환기시설 설치로 내부 공기가 외부로 바로 배출되나, 외부 공기의 유입 가능성 높음</li> </ul>