

학교 실내공기질 개선을 위한 제언

A Proposal for the Improvement of IAQ in School Classrooms

최 정 민*
Choi, Jeong-Min

1. 서 론

건물에서의 실내공기질은 환경문제의 부각과 더불어 심신의 건강과 쾌적을 적극 추구하는 의식과 결부되어 이에 대한 개선 요구가 더욱 증대되고 있는 실정이다.

특히 학교시설의 실내공기질이 더욱 관심을 끄는 이유는 우리나라 전체 인구의 약 30%를 차지하는 (초등학교에서 고등학교까지) 학생들이 많은 시간을 생활하는 곳이고, 더욱이 이 학생들이 성장발육이 왕성한 시기의 학생들이기 때문에, 따라서 이들이 생활하는 공간인 학교의 실내환경을 쾌적하고 안전하게 만들어 주고, 유지관리하는 일은 매우 중요하며 또한 당연히 이루어져야 할 것이다. 이에 본 고에서는 학교 교실에서의 실내 공기질 관리와 관련된 현행 제도 및 관리상의 문제점에 대하여 살펴보고, 이를 토대로 국내 학교 교실의 건강한 실내 공기질 유지관리를 위한 개선방안을 제언하고자 한다.

2. 학교 실내공기질 관련 기준 고찰

학교 실내공기질과 바로 직접적인 연관이 있는 것이 학교보건법으로, 2002년 개정된 학교보건법 시행규칙에서는 교실내 이산화탄소 농도를 1시간 평균 1,000ppm과 미세먼지 (PM10) 기준을 24시간 평균 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 규정한 바 있으며, 2005년 개정된 학교보건법 시행규칙에서는 공기질 관리 항목을 기존 2개에서(미세먼지, 이산화탄소) 폼알데하이드(HCHO), 총휘발성유기화합물(TVOC) 등 12개로 대폭 늘리고 정기적인 오염도 측정을 의무화하는 등, 교사 안에서의 공기의 질에 대한 유지·관리 기준¹⁾을 강화하여

2006년 1월부터 시행하고 있다.

표 1. 교사 안에서의 공기의 질에 대한 유지기준

오염물질 항목	기준	적용 시설	비 고
미세먼지 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	100	모든 교실	10마이크로미터 이하
이산화탄소 (ppm)	1,000		기계환기시설은 1,500ppm
폼알데하이드 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	100		
총부유세균 (CFU/ m^3)	800		
낙하세균 (CFU/실당)	10	보건실 · 식당	
일산화탄소 (ppm)	10	개별난방 및 도로변교실	직접연소에 의한 난방의 경우
이산화질소 (ppm)	0.05		
라돈 (pCi/L)	4.0	지하교실	
총휘발성 유기화합물 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	400	건축한 때로부터 3년이 경과되지 아니한 학교	증축 및 개축 포함
석면(개/cc)	0.01	석면을 사용하는 학교	단열재로 석면을 사용한 학교의 경우
오존(ppm)	0.06	교무실 및 행정실	오존을 발생시키는 사무기기(복사기 등)가 있는 경우
진드기 (마리/ m^2)	100	보건실	

* 정희원, 창원대 건축공학과 교수

1) 「학교보건법」 개정 (법률 제7396호, 2005. 3. 24 공포) : 교사 안에서의 공기의 질에 대한 기준의 강화(제3조 제1항 별표 4의

표 2. 교사 안에서의 공기의 질에 대한 관리기준

대상시설	중점관리기준
신축학교	<ul style="list-style-type: none"> ○ 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」 11조의 규정에 의한 오염물질방출건축 자재의 사용을 제한할 것 ○ 교사 안에서의 원활한 환기를 위하여 환기시설을 설치할 것 ○ 책상·의자·컴퓨터 등 학교의 비품은 폼알데하이드 방출량이 적은 것을 사용할 것 ○ 교사 안에서의 폼알데하이드 및 휘발성 유기화합물이 유지기준에 적합하도록 필요한 조치를 강구하고 사용할 것
개교 후 3년이내의 학교	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폼알데하이드 및 휘발성 유기화합물 등이 유지기준에 적합하도록 중점적으로 관리할 것
노후화된 학교 (10년 이상이 된 학교)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미세먼지 및 부유세균이 유지기준에 적합하도록 중점 관리할 것 ○ 기존시설을 개수 및 보수를 하는 때에는 친환경 건축자재를 사용할 것 ○ 책상·의자·컴퓨터 등 학교의 비품은 폼알데하이드 방출량이 적은 것을 사용할 것
도로변 학교 등	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차량의 통행이 잦은 도로변의 학교와 겨울철에 개별난방(직접연소에 의한 난방의 경우에 한한다)을 하는 교실은 일산화탄소 및 이산화질소가 유지기준에 적합하도록 중점적으로 관리할 것 ○ 식당 및 보건실 등은 낙하세균과 진드기(보건실에 한한다)가 유지기준에 적합하도록 중점적으로 관리할 것 ○ 석면을 단열재로 사용한 학교는 석면이 유지기준에 적합하도록 중점적으로 관리할 것

이에 따라 국내학교의 실내공기질은 많은 변화가 나타나고 있는 것으로 조사되고 있다. 2008 국정감사 자료에 따르면, 미세먼지(기준치 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 이산화탄소, 기준치 1,000ppm), 폼알데하이드(기준치 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 총부유세균(기준치 800CFU/m³)에 대한 주요 도시별 3개년도(2006~2008년) 기준치 초과 교실율은 <표 3>에서와 같이, 2006년에 비해 매년 개선되는 것으로 나타나고는 있으나, 상기 7개 도시 및 각 도를 모두 고려한 2008년의 경우를 살펴보면 각 항목별 기준치 초과 교실율은 PM10 12.7%, 이산화탄소 7.6%, 폼알데하이드 3.7%, 총부유세균 5.5%를 보이고 있어서, 아직도 이에 대한 개선 및 보완이 필요한 것으로 사료된다.

3. 신설학교의 실내공기질 관리

교사 안에서의 공기의 질에 대한 관리기준에 따르면 신축학교에서는 “다중이용시설 등의 실내공기질 관리법” 제 11조의 규정에 의한 오염물질 방출 건축자재의 사용 제한에 따라 폼알데하이드, 총휘발성유기화합물과 톨루엔의 오염물질을 기준이상 방출하는 건축자재의 기준을 <표 5>와 같이 설정하여 그 사용을 제한하고 있다.

표 3. 전국 주요 도시의 학교 교실 공기질 측정 결과 (2008)

지역	측정 항목	미세먼지			이산화탄소			폼알데하이드			총부유세균		
		기준	(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)		(1,000 ppm)		(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)		(800 CFU/m ³)				
			적합 여부	적합	초과	초과율	적합	초과	초과율	적합	초과	초과율	적합
서울	2006	724	84	10.4%	724	365	33.5%	724	87	10.7%	724	398	35.5%
	2007	998	16	1.6%	979	35	3.5%	1,000	10	1.0%	949	60	5.9%
	2008	288	14	4.6%	246	6	2.4%	298	8	2.6%	269	39	12.7%
부산	2006	90	24	21.1%	90	23	20.4%	89	3	3.3%	43	-	0.0%
	2007	306	198	39.3%	441	63	12.5%	498	6	1.2%	265	239	47.4%
	2008	213	98	31.5%	241	70	22.5%	311	-	0.0%	234	77	24.8%
대구	2006	291	3	1.0%	289	3	1.0%	218	5	2.2%	221	-	0.0%
	2007	392	22	5.3%	405	9	2.2%	399	17	4.1%	412	1	0.2%
	2008	232	-	0.0%	232	-	0.0%	232	-	0.0%	232	-	0.0%
인천	2006	308	229	42.6%	308	202	39.6%	285	109	27.7%	175	71	28.9%
	2007	190	124	39.5%	195	121	38.3%	225	81	26.5%	231	92	28.5%
	2008	77	95	55.2%	135	37	21.5%	111	40	26.5%	115	57	33.1%
광주	2006	42	1	2.3%	42	1	2.3%	42	1	2.3%	42	-	0.0%
	2007	285	-	0.0%	285	-	0.0%	285	-	0.0%	285	-	0.0%
	2008	143	13	8.3%	135	21	13.5%	155	1	0.6%	189	-	0.0%
대전	2006	54	16	22.9%	54	19	26.0%	54	-	0.0%	54	-	0.0%
	2007	681	34	4.8%	692	23	3.2%	802	1	0.1%	715	-	0.0%
	2008	91	-	0.0%	91	-	0.0%	94	-	0.0%	91	-	0.0%
울산	2006	44	-	0.0%	44	2	4.3%	31	6	16.2%	44	1	2.2%
	2007	55	5	8.3%	53	7	11.7%	55	5	8.3%	58	2	3.3%
	2008	63	-	0.0%	61	1	1.6%	56	7	11.1%	61	2	3.2%

표 4. 전국 주요 시·도의 연도별 학교 교실 공기질 측정 결과 평균치

연도	미세먼지 (기준치 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	이산화탄소 (기준치 1,000ppm)	폼알데하이드 (기준치 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	총부유세균 (기준치 800CFU/ m^3)
2006	19.5%	24.5%	9.6%	16.7%
2007	11.3%	10.1%	4.1%	6.5%
2008	12.7%	7.6%	3.7%	5.5%

표 5. 건축자재에서 방출되는 오염물 (단위 : $\text{mg}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)

구분	오염물질 종류	폼알데하이드		총휘발성 유기화합물	톨루엔
		2010년 까지	2011년 부터		
	접착제	0.5	0.12	2.0	0.080
	페인트			2.5	
	실란트 (단위 : $\text{mg}/\text{m}^3\cdot\text{h}$)			1.5	
	퍼티			20.0	
	일반자재			4.0	

이상의 실내공기질 관련 기준 제정과 함께 신축학교 건립 시 실내공기질 개선이 이루어질 수 있도록 친환경건축인증 기준이 마련되어 시행되고 있다. 이 인증기준에 의하면 <표 6>과 같이 각종 유해물질 저함유자재의 사용(6점), 실내오염물질의 농도를 감소시키기 위한 작업 수행 여부(2점), 자연환기 설계 도입 및 쾌적한 실내공기 환경 조성(3점), 석면이 포함된 건축자재 사용의 억제(1점)의 4개 항목을 평가하여 신축학교 건립 시 건축/설비 계획 및 시공 시 공기질 개선을 위한 조치가 취해지도록 장려하고 있다.

표 6. 학교 친환경인증기준상의 공기환경 평가항목 및 세부평가기준

부문	범주	평가항목	세부평가기준	배점
9. 실내환경	9.1	9.1.1 각종 유해물질 저함유자재의 사용	각종 유해물질 저함유자재에 대해 평가	6
		a9.1.2 실내오염물질의 농도를 감소시키기 위한 작업 수행 여부	건축물 사용 전 실내오염물질의 농도를 감소시키기 위한 작업 수행 여부를 평가	2
		9.1.3 자연환기 설계 도입 및 쾌적한 실내 공기환경 조성	이용자가 직접 외기를 도입할 수 있도록 조질 가능한 환기장의 설치 여부	3
		9.1.4 석면이 포함된 건축자재사용의 억제	건축물 내에 석면이 포함된 자재를 사용하는지를 평가	1

즉, 실내에 사용되는 자재는 벽체, 천장, 바닥부위별 구분과 함께 마감재, 접착제, 내장재로 상세 구분하고, 환경표지(마크)기준에 적합한 자재 사용유무에 따라 점수를 부여함으로써 실내공기질 관리를 유도하고 있는데, 환경표지

를 사용한 제품을 사용하는 경우에도 해당 교실에 사용 개소나 해당 부위의 면적이 많을 경우에 학교 교실의 실내공기질 관련 기준을 초과하는 경우가 발생할 수 있게 된다. 더욱이 교실내에는 책상, 의자 가구 이외에도 교구재 및 비품이 비치되어 있으므로 각종 오염물질이 추가로 방출될 위험성이 높다.

이러한 문제점과 관련하여 일본의 개정 건축기준법을 참고해 보면, 주택건물 내장재의 제한으로서 건축재료를 HCHO 방출강도에 따라 <표 7>과 같이 4가지로 구분하고, 이 중 제2종과 제3종 HCHO 방출 건축재료를 거실의 내장마감재로서 사용할 경우, 환기횟수에 대응한 사용면적을 다음 <식 1>에 따라 제한하도록 하고 있다.

$$N_2 S_2 + N_3 S_3 \leq A \quad (1)$$

단, N_2, N_3 : 표 8에서 제시된 수치

S_2 : 제2종 HCHO 방출 건축재료 사용면적(m^2)

S_3 : 제3종 HCHO 방출 건축재료 사용면적(m^2)

A : 거실 바닥면적 (m^2)

표 7. 일본 개정 건축기준법상의 건축재료 구분

HCHO 발산속도	고시로 정하는 건축재료
5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ 이하	규제대상의 건축재료
5 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ 초과 ~ 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ 이하	제3종 HCHO 방출 건축재료
20 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ 초과 ~ 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ 이하	제2종 HCHO 방출 건축재료
120 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ 초과	제1종 HCHO 방출 건축재료

표 8. 거실 종류·환기회수와 건축자재의 사용제한 (일본)

거실종류	환기회수	N2 (제2종)	N3 (제3종)
		주택등에서거실	0.7회/h 이상
주택등에서 거실이외의 거실	0.5회 이상 0.7회/h 미만	2.8	0.50
	0.7회/h 이상	0.88	0.15
거실	0.5회 이상 0.7회/h 미만	1.4	0.25
	0.3회 이상 0.5회/h 미만	3.0	0.50

따라서 학교 교실의 실내공기질의 올바른 관리를 위해서는 건축자재와 교구재를 환경표지 취득 제품으로 사용

한 경우라 하더라도 해당 재료의 사용면적과 단위면적당 오염물질 방출량을 고려하여 교사 안에서의 공기질 유지 기준을 충족하는지를 사전에 검토하는 과정이 요구된다. 이때, 유지기준을 충족하지 않는 경우에는 오염원의 실내 확산을 억제할 수 있는 환기계획을 추가로 마련해야 할 것이다.

환기계획 시 기본적으로 배출되어야 할 환기량은 오염 물질의 방출량과 실내 공기질 기준에 따라 이루어진다. 즉, 폼알데하이드 또는 휘발성유기화합물의 방출강도에 따른 실내공기질 농도를 환기량과 실내표면적으로 나타내면 다음 <식 2>와 같아지게 된다.

$$ES - CQ = 0 \quad (2)$$

- 단, E : 건축재료의 단위면적당 방출속도($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$)
- S : 건축재료의 표면적 (m^2)
- C : 실내농도 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Q : 환기량 (m^3/h)

여기서 실내의 오염물질 농도 C를 기준으로 환기량을 산정하게 되면 <식 2>는 다음 <식 3>과 같이 정리된다. 이 환기량 Q를 실제적으로 나누면 환기횟수가 되며, 이상의 환기횟수를 충족할 수 있는 환기시설을 교실에 설치해야 하는 것이다.

$$Q = \frac{ES}{C} \quad (3)$$

4. 기존학교의 실내공기질 관리

국내의 경우 기존학교 교실의 실내공기질은 일상점검, 정기점검, 특별점검 등으로 나뉘어 이루어지게 되며, 이 가운데 일상점검은 담임교사가 매일 환기의 관련된 재실자의 상태 및 실내공기질의 적절성 여부를 점검하는 것이며, 정기점검은 년 1회 이상 학교장이 자체적으로 측정하거나, 교육감 또는 교육장에게 검사를 요청하여 이루어지는 점검이다. 그런데 가장 기본이면서 중요한 역할을 수행하는 담임교사를 위해 실내공기질과 관련한 어떠한 것들을 어떻게 관리해야 하는지에 대한 상세 관리지침이 제공되지 않고 있는 것이 우리의 현실이다.

이러한 국내 점검과 비교하여 미국과 캐나다에서는 학교의 실내공기질 점검을 보다 세부적인 지침의 마련 및 관리도구의 형태로 제공하고 있는 것이 특징이다.



그림 1. 교육용 건물의 실내공기질 관리 프로그램 (미국 EPA)

예로써 미국 EPA²⁾등에서 개발된 학교 실내공기질 도구 키트(<그림 1> 참조)는 학교의 실내공기질을 체크하고 개선하기 위해 작성된 것으로써, 건물관리(Building Maintenance), 리노베이션 또는 개보수 관리(Renovation and Repairs)시에 학교 내 실내공기질 관련 관리자(행정직원, 시설관리자), 선생님, 양호교사, 영양사 등 각자가 수행해야 할 분야별 실내공기질 기본지식과 오염물질 제어 전략을 상세한 체크리스트형태로 제공함으로써 실내공기질 비전문가라 하더라도 담당자의 역할을 충실히 수행할 수 있도록 하고 있다.(<그림 2>, <그림 3> 참조)



School Official's Checklist

Name: _____
 School: _____
 Room or Area: _____ Date Completed: _____
 Signature: _____

Instructions

1. Read the IAQ Background and the Background Information for this checklist.
2. Keep the Background Information and make a copy of the checklist for future reference.
3. Complete the Checklist.
 - Check the "yes," "no," or "not applicable" box beside each item. (A "no" response requires further attention.)
 - Make comments in the "Notes" section as necessary.
4. Return the checklist portion of this document to the IAQ Coordinator.

- | | Yes | No | N/A |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. ROLE AS A LIAISON | | | |
| 1a. Obtained approval for IAQ program from the school board and continuously kept board informed of progress. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1b. Arranged proper funding for IAQ program through the school CFO and, if necessary, the school board. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1c. Collaborated with unions to establish processes to address various situations. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1d. Communicated IAQ program's progress to parents, community, and media. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 1e. Introduced IAQ Coordinator to staff, fully endorsing his or her leadership. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. VERBAL AND WRITTEN SUPPORT | | | |
| 2a. Ensured that top level management provided written support for the IAQ IS Program. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2b. Wrote a letter to notify EPA that the school is participating in the IAQ IS Program (qualifying the school for a Great Start Award). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2c. Participated in EPA's mentoring program (i.e., obtained advice from schools and districts with effective IAQ programs and, after implementation, provided advice to other schools and districts initiating an IAQ program). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2d. Applied for EPA's Leadership and Excellence Awards and/or implementing the IAQ program. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. IAQ MANAGEMENT PLAN | | | |
| 3a. Authorized (or obtained authorization for) the development of a district-wide IAQ management plan. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3b. Coordinated the implementation of the district-wide IAQ management plan and monitored progress. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3c. Ensured that IAQ policies and upgrades in each school are developed and conducted consistently. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3d. Developed management plans for integrated pest management, radon, and other relevant issues. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. EMERGENCY RESPONSE | | | |
| 4a. Developed an emergency plan for IAQ crises. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4b. Identified a contact person(s) to communicate IAQ issues to the media. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4c. Notified school staff and other officials of emergency procedures and the identity and responsibilities of the contact person(s). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

그림 2. 미국 EPA의 학교 관리자용 실내공기질 체크리스트

- 2) 대표적으로 미국의 The Indoor Air Quality Tools for Schools Kit와 캐나다의 Tools for Schools-Action Kit for Canadian Schools 등이 있음.



Teacher's Classroom Checklist

Name: _____
 School: _____
 Room or Area: _____ Date Completed: _____
 Signature: _____

Instructions

1. Read the IAQ Background and the Background Information for this checklist.
2. Keep the Background Information and make a copy of the checklist for future reference.
3. Complete the Checklist.
 - Check the "yes," "no," or "not applicable" box beside each item. (A "no" response requires further attention.)
 - Make comments in the "Notes" section as necessary.
4. Return the checklist portion of this document to the IAQ Coordinator.

- 1. GENERAL CLEANLINESS**

	Yes	No	N/A
1a. Ensured rooms are dusted and vacuumed regularly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1b. Ensured rooms are free of clutter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1c. Ensured that trash is removed daily	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1d. Ensured that no food is stored in classroom overnight	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1e. Ensured that animal food is stored in tightly sealed containers	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1f. Ensured room is free of pests and vermin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1g. Used uncented, school-approved cleaners and air fresheners, if any, in rooms	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- 2. ANIMALS IN THE CLASSROOM**

2a. Minimized exposure to animal allergens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2b. Ensured that animals are kept in cages (as much as possible)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2c. Ensured that cages are cleaned regularly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2d. Placed animal cages away from supply and return vents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2e. Consulted school nurse about student allergies or sensitivities (privacy laws may limit the information that health officials can disclose)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2f. Identified potential allergies of students	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2g. Moved sensitive students away from animals and habitats	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- 3. DRAIN TRAPS IN THE CLASSROOM**

3a. Ensured that water is poured down floor drains once per week (approx. 1 quart of water)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3b. Ensured that water is run in sinks at least once per week (about 2 cups of water)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3c. Ensured that toilets are flushed once each week, especially if not used regularly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- 4. EXCESS MOISTURE IN CLASSROOMS**

4a. Ensured that condensate is wiped from windows, windowills, and window frames	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4b. Ensured that cold water pipes are free of condensate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4c. Ensured that indoor surfaces of exterior walls are free of condensate	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4d. Ensured areas around and under classroom sinks are free of leaks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4e. Ensured classroom inventories are free of leaks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4f. Ensured ceiling tiles and walls are free of leaks (discoloration may indicate periodic leaks)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4g. Ensured that spills are cleaned promptly	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

그림 3. 미국 EPA의 학교 선생님용 실내공기질 체크리스트

5. 결 어

학교의 실내공기질은 학생들에 대한 교육 및 안전문제 등과 복합적으로 연관되어 있으며, 또한 학교 교육은 일반 과목의 수업 이외에도 음악, 미술, 과학, 체육 등 수업유형에 따라 다양한 오염물질이 존재할 수 있으므로, 실내공기질 문제의 발생 가능성이 매우 높다고 할 수 있겠다. 이러한 측면에서 학교 실내공기질 관리 시 좀 더 우리가 고민하고 해결해야 할 내용들을 정리하여 제시하면 다음과 같다.

(1) 우리나라의 경우 학교의 실내공기질 관련 학교보건법이 마련되어 신축 및 기존학교에 대한 실내공기질 관리가 이루어지고 있지만, 아직까지는 오염물질 종류에 있어서 제한적이다.

일본의 경우, 일본 문부과학성의 학교환경위생기준 개정과 관련한 실내공기질 관리 관련 개정 내용(2007.7)을 살펴보면 <표 9>와 같이 환경기준을 설정하고 있는데, 특히 주요 휘발성유기화합물을 에틸벤젠, 크실렌 등 5개의 성분별로 세분하여 기준을 마련하고 있는 점을 고려해 볼 때 34), 개별 휘발성유기화합물의 위해성 조사를 통한 기준

3) <http://www.mext.go.jp> 참조

4) 우리나라 신축 공동주택의 실내공기질 측정항목에는 휘발성유

수립에 대해서도 추가 논의가 이루어져야 할 것으로 보인다.

표 9. 일본 문부과학성의 학교환경위생 기준

항 목	기 준
온 도	동기 10℃, 하기 30℃ 이하 (가장 바람직한 온도는 하기 18~20℃, 하기 25~28℃)
상대습도	30~80%
이산화탄소	1,500 ppm 이하
기류	0.5m/s 이하
일산화탄소	10 ppm 이하
이산화질소	0.06 ppm 이하
부유분진	0.1 mg/m ³ 이하
낙하세균	10 CFU/교실 이하
실효박사온도	흑구온도와 건축온도의 차는 5℃ 미만
폼알데하이드	100 µg/m ³ 이하 (하기 측정)
톨루엔	260 µg/m ³ 이하
크실렌	870 µg/m ³ 이하
p-디클로로벤젠	240 µg/m ³ 이하
에틸벤젠	3,800 µg/m ³ 이하
스티렌	220 µg/m ³ 이하
환기회수	40인 재실, 용적 180m ³ 교실의 경우 2.2회/시간 이상(유치원, 초등학교) 3.2회/시간 이상(중학교) 4.4회/시간 이상(고등학교)

(2) 또한, 신축 시에도 학교 실내공기질의 올바른 관리를 위해서는 반드시 건축자재와 교구재등은 환경표지 취득 제품을 사용하는 것이 필요하며, 또한 이러한 제품을 사용하는 경우라도 사용 자체로 그냥 끝나는 것이 아니라, 해당제품의 사용면적과 양들을 고려한 공기질 유지기준 충족 여부를 건축설계 프로세스상에서 검토하는 것이 포함되어야 한다. 이때, 유지기준이 충족되지 않는 경우에는 오염원의 실내확산을 억제할 수 있는 환기설비의 설치, 용량 증설 등 환기계획이 추가로 마련되어야 할 것이다.

(3) 실내공기질 일상점검의 책임자인 담임선생님과 함께 비전문 관리자들을 위한 실내공기질 평가 프로세스나 절차서, 체크리스트 등을 마련하여 담당자의 역할을 충실히 수행할 수 있도록 하는 것이 필요하며, 또한 학교내 실내공기질을 관리하는 다양한 관리자들의 업무 조정과 협조를 구하기 위해 그 중심에 IAQ 전문 코디네이터를 각 학교 또는 교육청별로 배치하는 것도 고려해 볼 직하다.

기화합물을 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌(1,4-디클로로벤젠은 2005. 12. 30 삭제됨)으로 세분하여 측정을 실시하고 있음.

최정민

이상에서 제시한 제언들을 통하여 신축 및 기존학교의 실내공기질 관리가 보다 체계적이면서도 효율적으로 이루어질 수 있기를 기대해 본다.

참고문헌

1. Washington State Department of Health Environmental Health Programs, School Indoor Air Quality Best Management Practices Manual, 1995. 2
2. EPA, Indoor Air Quality Tools For Schools Action Kit (Indoor Air Quality Tools For Schools, IAQ Coordinator's Guide)
3. Authority of the Minister of Health, Indoor Air Quality - Tools for Schools Action Kit for Canadian School, 2003. 3
4. 編著 國土交通省住宅局建築指導課外, 改正建築基準法に對應した建築物の シックハウス對策マニュアル, 工學圖書, 2003