

학교운동장 인조잔디 유해물질 실태조사

- 학교운동장 인조잔디의 시공사례가 꾸준히 증가하는 추세에 따라 학교운동장 인조잔디에 대한 유해물질 실태조사를 실시하여 현황파악 및 대책마련을 위한 기초자료를 제공함

1. 조사개요

- 2005년부터 교육과학기술부의 학교운동장 인조잔디 조성사업 추진으로 인조잔디 운동장의 꾸준한 증가추세
- 인조잔디 고무분말 유해물질 기준초과
 - ▷ 교육과학기술부(2007.07.) : Pb (9 %), PAHs (20 %)
 - 조사대상 : 전국 171개교
 - ▷ 환경부(2010.03) : Pb (15 %), PAHs (3.8 %)
 - 조사대상 : 서울경기도 소재 학교 50개소, 공원 3개소
- 2010년 시의회 행정사무감사 [이성숙 의원] 요구사항으로 학교운동장 인조잔디 충전재에 대한 유해물질 실태조사를 실시하여 현황파악 및 대책마련 필요
- 2011.02.24. 교육청 평생교육체육과장, 담당자 면담을 통하여 조사대상, 조사항목 선정 및 조사대상학교에 시료채취 협조공문 발송 등 협의

2. 조사방법

- 조사지점
 - ▷ 부산시 소재 2011년 4월 현재 완공된 인조잔디 운동장 총 72개소 중 초등학교 5개, 중등학교 5개, 고등학교 6개를 대상(22.2 %)으로 설치연도별, 지역별로 시료채취
- 조사항목
 - ▷ 중금속(Pb, Cd, Hg, Cr⁶⁺), VOC (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene), PAHs (Benzo(a)pyrene 등 16종)
 - ▷ 인조잔디 표면온도 측정
- 조사방법
 - ▷ 지경부 기술표준원 KS M 3888-1 (학교체육시설-인조잔디에 대한 품질기준, 2010.11.29.), KS M 6956 (재활용 고무 분말의 유해물질 측정방법, 2010.11.04.)에 따름

표 1. 인조 잔디용 충전재 품질기준

(단위 : mg/kg)

안전기준	시험 항목	중금속 기준				유해화학물질의 총량 기준	
		Pb (납)	Cd (카드뮴)	Hg (수은)	Cr ⁶⁺ (6가크롬)	T-VOC (휘발성유기화합물)	PAHs (다환방향족탄화수소)
허용 한도		90이하	50이하	25이하	25이하	50 이하	10 이하

※ 교육과학기술부가 용역사업 결과(2007)를 바탕으로 기술표준원에 표준제정을 요청하여 환경부 및 관련 기관의 협의를 거쳐 위의 표준이 제정됨

- ▷ 표면온도는 비접촉식 온도계를 사용하여 인조잔디 표면 및 물을 뿌린 후의 인조잔디 표면온도를 시간에 따라 측정

3. 조사결과

○ 시료채취

- ▷ 2011년 4월 현재 완공된 72개소 중 초등학교 5개, 중학교 5개, 고등학교 6개 총 16개소 (22.2 %)를 연도별, 지역별로 시료채취

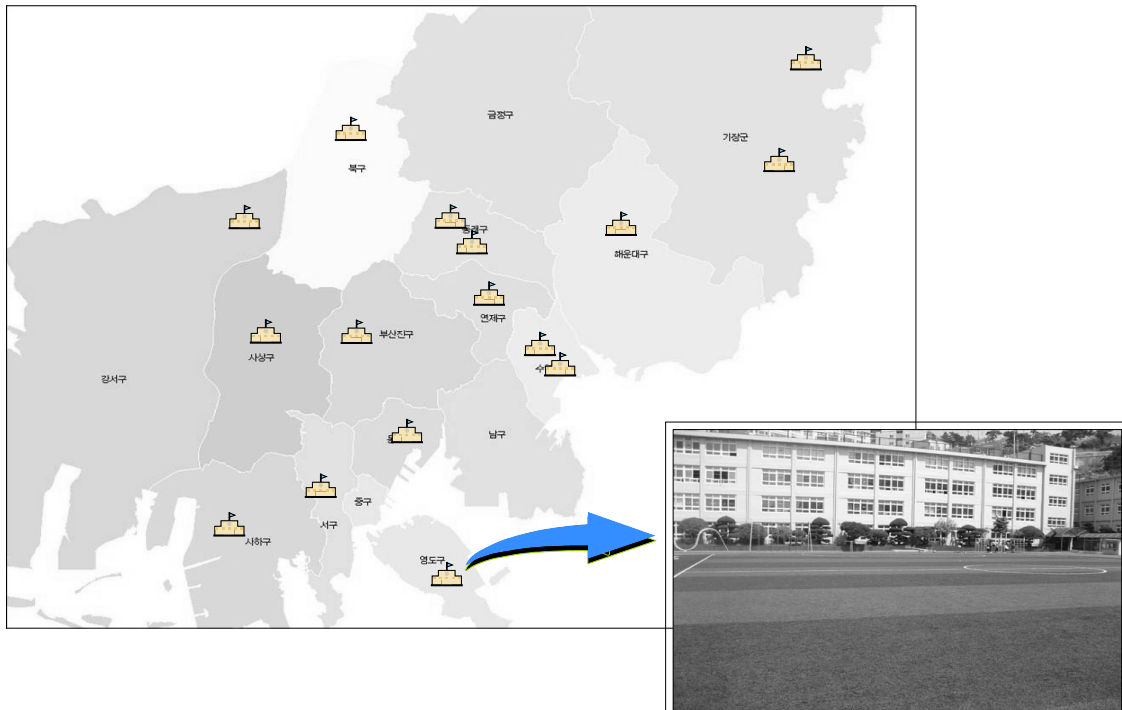


그림 1. 조사지점 및 인조잔디 운동장

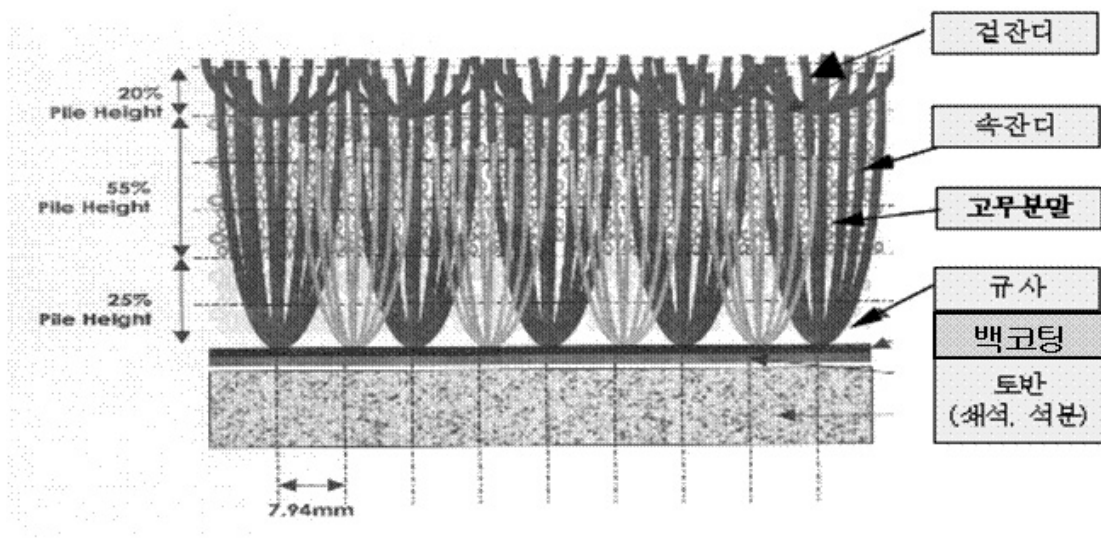


그림 2. 인조잔디 구성

▷ 2011.08.12. 연천초등학교 인조잔디 운동장에서 표면온도 측정 시 [시의회 보사환경위원회 소속 이성숙 의원] 참여함



그림 3. 인조잔디 표면온도측정 중인 이성숙 의원

표 2. 설치연도별 시료채취 현황

연도별 조사지점(수)	'04~'06	'07	'08	'09	'10~'11
초등(5)	동성초	연천초	봉학초	칠암초	개원초
중등(5)	반여중	엄궁중	낙동고	하남중	남일고
고등(6)	부산전자공고 (3)	경남고 기장고 (4)	부산대저고 (3)	동래중 한바다중 (4)	(2)

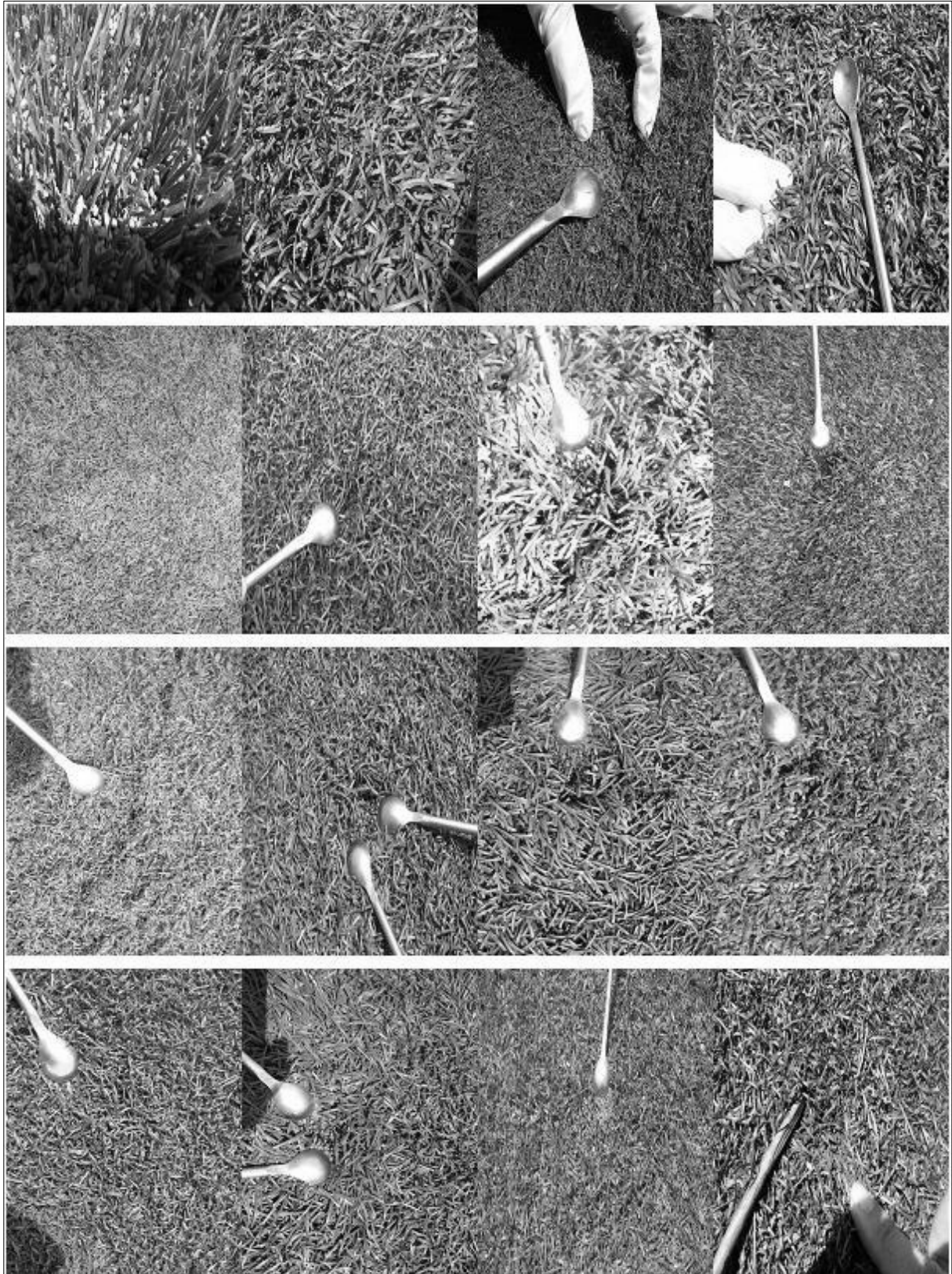


그림 4. 학교운동장 인조잔디 총진재 현황

○ 충전재의 모양 및 색깔에 따른 분류

- ▷ 충전재의 모양과 색깔에 따라 분류하여 보면, 크게 네 가지 Group로 분류할 수 있었는데, 첫 번째는 검고 불규칙하게 생긴 Group 1, 두 번째는 초록색으로 불규칙하거나 초록 round와 검은색 불규칙이 혼합된 Group 2, 세 번째는 초록색, 황색 또는 초록과 검은색이 섞인 round type인 Group 3, 네 번째는 초록색이고 손으로 쉽게 떼어 낼 수 있는 round type인 Group 4으로 나눌 수 있었다.

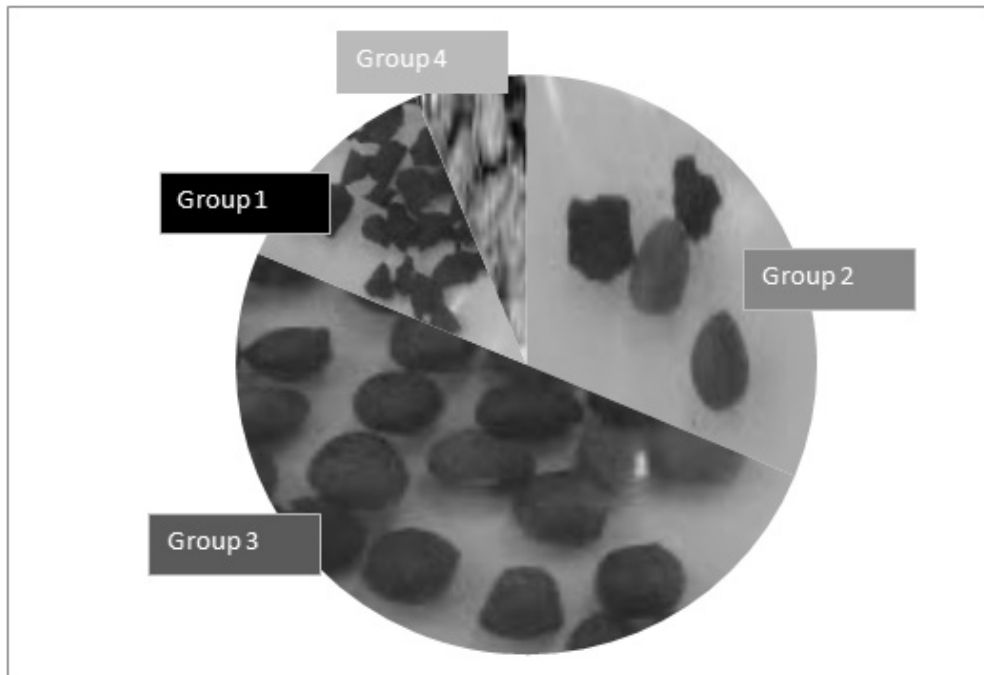


그림 5. 모양과 색깔에 따른 충전재의 Group 분류

- ▷ 충전재의 재질은 SBR (Styrene Butadiene Rubber), EPDM (Ethylene Propylene Rubber) 흑색, EPDM 칼라, SEBS (Styrene Ethylene Butadiene Styrene) 및 천연 칩 등이 있다. Group 1의 재질은 SBR, EPDM 흑색, Group 2는 EPDM 칼라 또는 Group 1과 Group 3의 혼합물, Group 3은 SEBS로 추정되며, Group 4는 천연칩 (코코아넛칩)이다.
- ▷ 충전재의 연도별 변화를 살펴보면, 2007년 [재활용 고무분말 중의 유해물질 기준] 권고안이 마련되기 전·후에는 Group 1이, 그 이후에는 Group 3이 많이 사용된 것으로 나타났다.

○ 중금속 결과

▷ 중금속 항목 중 Pb과 Cd은 16개 전지점 모두 인조잔디용 충전재 품질기준을 초과하지 않았으며, Hg, Cr⁺⁶은 전 지점 불검출로 나타났다.

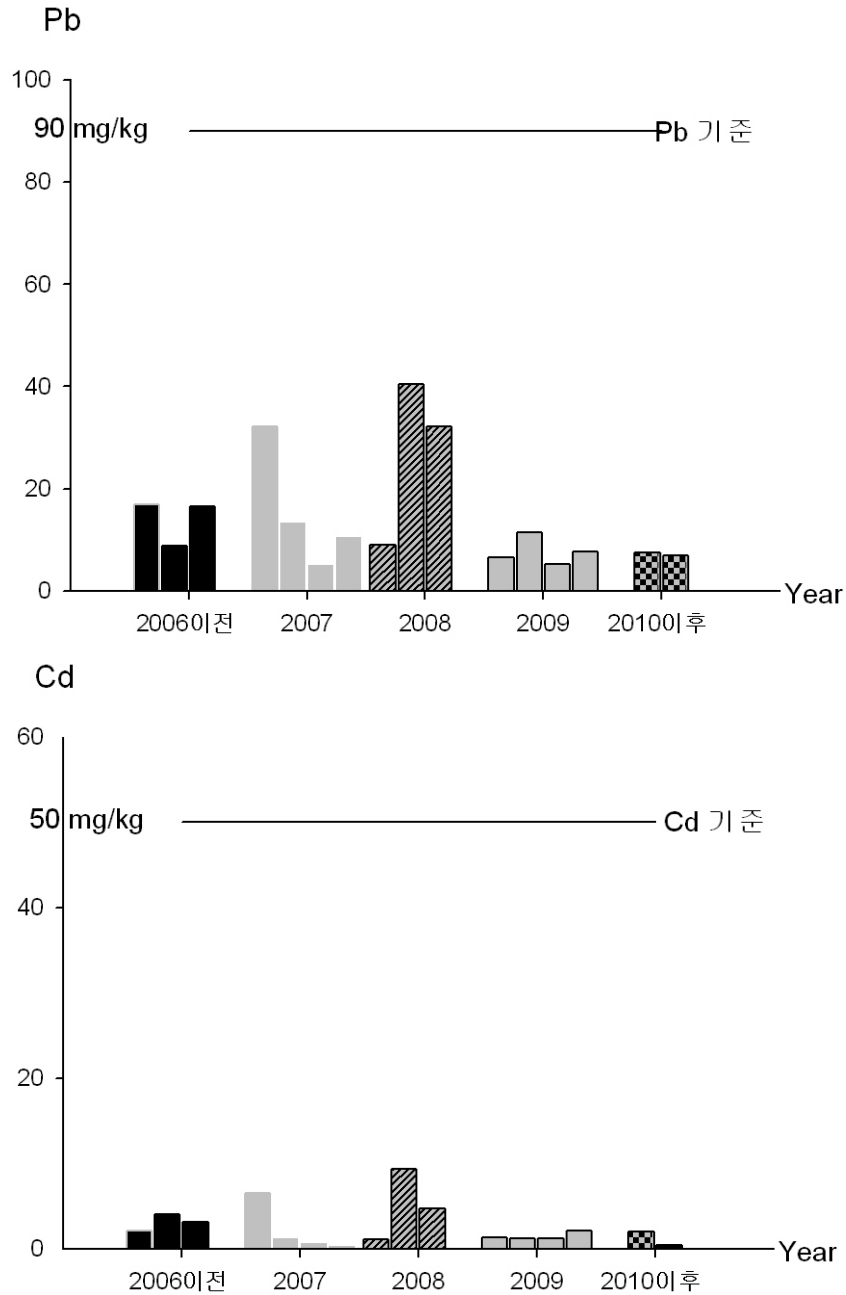


그림 6. 충전재의 연도별 Pb, PAHs 결과

○ 유해물질 결과

- ▷ 휘발성유기화합물인 VOC (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene)는 전지점에서 불검출이었다.
- ▷ PAHs는 2개 지점에서 기준을 초과하여 12.5 %의 초과율을 나타내었으며, PAHs 16종 중 피렌, 나프탈렌, 아세나프틸렌, 페난스렌, 안트라센, 벤조페리렌 등 6종이 검출되었고, 그 중 피렌이 가장 높게 검출되었다.
 - 교육과학기술부 실태조사('07) 20 %, 국립환경과학원 실태조사('09) 3.8 %, 인천보건환경연구원 연구사업(2010) 6.9 % 기준초과
- ▷ 충전재의 Group에 따른 Pb과 PAHs의 결과를 보면, 그림에서와 같이 Group 1에서 Pb 과 PAHs 모두 높게 나타났으며, Group 2, 3, 4으로 갈수록 낮아지는 것으로 나타났다.

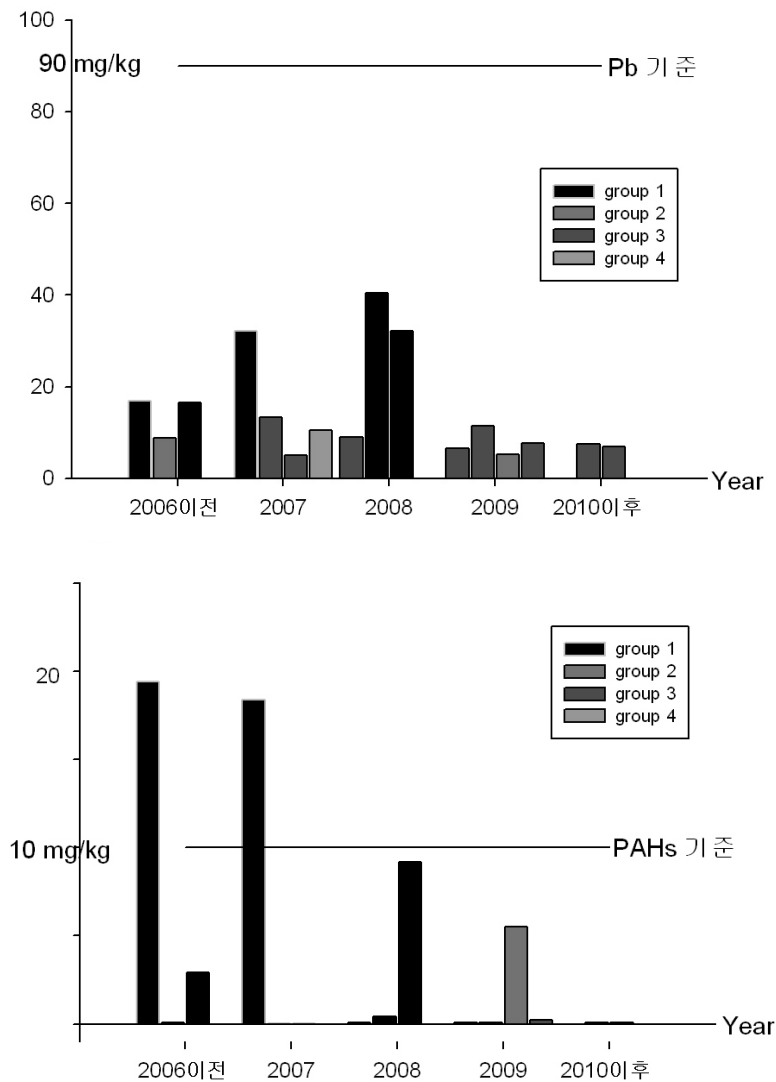


그림 7. 충전재의 Group별, 연도별 Pb, PAHs 결과

표 3. 인조잔디용 충전재 품질기준에 따른 분석결과

sample (설치연도순)	항목	Pb (납)	Cd (카드뮴)	Hg (수은)	Cr ⁶⁺ (6가크롬)	T-VOC (휘발성유기화합물)	PAHs (다환방향족탄화수소)
	기준	90 이하	50 이하	25 이하	25 이하	50 이하	10 이하
A('05)		16.9	2.1	0.0	0.0	0.0	19.4
B('06)		8.8	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0
C('06)		16.6	3.2	0.0	0.0	0.0	2.9
D('07)		5.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
E('07)		13.3	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
F('07)		32.1	6.5	0.0	0.0	0.0	18.4
G('07)		10.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
H('08)		40.5	9.4	0.0	0.0	0.0	0.4
I('08)		9.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
J('08)		32.1	4.7	0.0	0.0	0.0	9.2
K('09)		5.3	1.2	0.0	0.0	0.0	5.5
L('09)		6.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
M('09)		11.4	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
N('09)		7.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
O('10)		7.6	2.0	0.0	0.0	0.0	0.1
P('10)		6.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1
최대값		40.5	9.4	0.0	0.0	0.0	19.4
최소값		5.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0

○ 표면온도 측정결과

- ▷ 화상과 관련하여, 2011년 8월 12일과 9월 5일 4회에 걸쳐 연천초등학교 운동장의 인조잔디 표면온도를 측정하였고, 인조잔디 표면온도 및 물을 뿌린 후의 인조잔디 표면온도를 측정 비교한 결과는 그림 8과 같다. 8월과 9월 모두 인조잔디 표면온도는 최대 58 ℃, 59 ℃까지 나타내었으며, 물을 뿌린 후 처음 10분간은 15 ℃ 정도의 차이를 보이다가 30분이 지나면 5 ℃ 차이로 좁혀짐을 볼 수 있다. 구름이 지나감에 따라 표면온도가 급격히 떨어지기도 하지만 대체로 높은 표면온도를 유지하였다.
- ▷ 충전재의 재질은 SBR, EPDM, SEBS, 천연칩 등이 있으며, 천연칩을 사용하고 있는 기장고등학교 운동장의 인조잔디에 대하여도 위와 동일하게 실시한 결과, 비슷한 표면온도 추이를 나타내었다. 이는 천연칩이라도 여러 물질들이 섞여 있고, 표면온도를 측정하였으므로 충전재뿐만 아니라 파일의 재질도 영향을 미친 것으로 보인다.

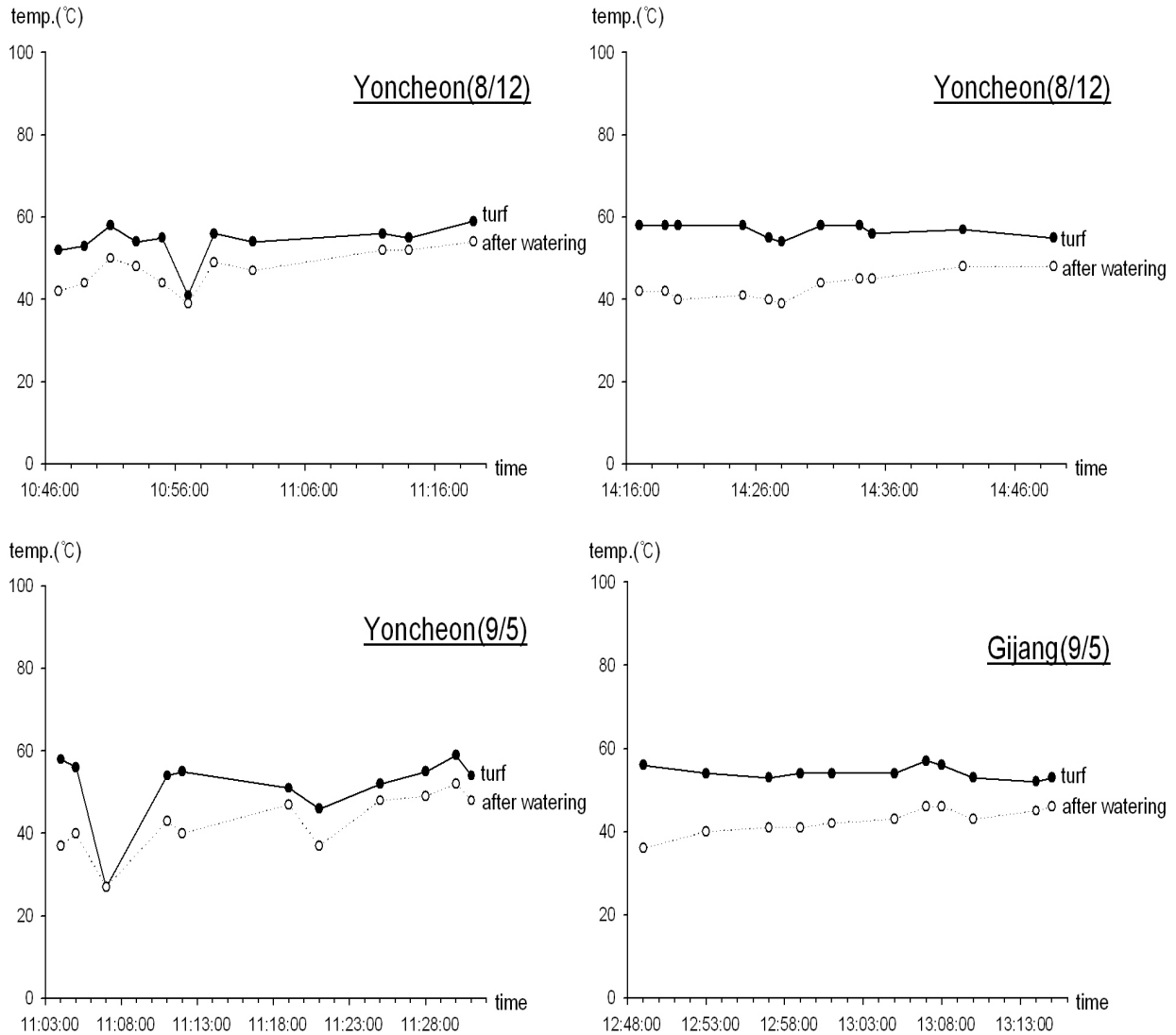


그림 8. 인조잔디의 표면온도 추이

4. 결론

- 부산시 인조잔디 운동장 총 72개소 중 초등 5개, 중등 5개, 고등 6개교를 분석한 결과,
- Pb과 Cd은 16개 전지점 모두 인조잔디용 충전재 품질기준(KSM 3888-1) 기준이내였으며, Hg, Cr⁺⁶, VOC (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene)는 전 지점 불검출로 나타났다.
 - 다환방향족탄화수소(PAHs)는 2개 지점에서 기준을 초과하여 12.5 %의 초과율을 나타내었다.
 - 충전재의 모양과 색깔에 따라 네 가지 Group으로 분류할 수 있었는데, 이 중 Group 1에서 다른 Group들에 비하여 Pb과 PAHs 모두 높게 나타났다. 그러므로 인조잔디 설치 또는 충전재의 교체·보충 시에는 초기제품인 검고 불규칙하게 생긴 Group 1을 피하고, 현재 많이 사용되고 있는 Group 3 또는 천연칩을 선택하여야 할 것으로 사료된다.
 - 8월과 9월 네 차례에 걸친 인조잔디 표면온도 측정결과, 27 ~ 59 °C의 범위를 나타내었으며, 인조잔디에 물을 뿌린 후 30분간 비교 측정한 결과는 5 ~ 15 °C의 차이를 나타내었다. 그러므로 하절기 화상의 위험을 감소시키기 위하여는 물을 자주 뿌려야 하는 것으로 나타났다.

5. 기대효과

- 학교운동장 인조잔디 충전재에 대한 유해물질 오염실태 현황파악
- 인조잔디용 품질기준을 초과한 시설에 대해서는 교육청에 통보하여 해당학교에 대한 인조잔디 충전재 보충교체 등의 조치를 취할 수 있도록 하였음
- 충전재의 교체·보충 시 충전재의 유해물질 검출이 적은 제품을 선택할 수 있는 근거 제공
- 화상과 관련하여 인조잔디에 대한 관리방안 마련 근거 제공

참 고 문 헌

1. 학교체육시설-인조잔디 표준, 지식경제부 기술표준원, 2010
2. 인조잔디 및 탄성포장재 유해물질 관리 지속적 강화, 환경부, 2011
3. 인조잔디 및 탄성포장재 유해물질 관리대책 마련 추진, 환경부, 2010
4. 체육활동공간의 인조바닥재에 대한 오염도 조사, 인천보건환경연구원, 2010
5. 학교 인조잔디 고무분말의 안전 적합성 실태조사, 교육과학기술부, 2007
6. 어린이놀이터 바닥재 환경유해인자 조사 및 개선방안 마련, 환경부, 2008