

小学校における冷房使用時のホルムアルデヒド濃度

Study of Formaldehyde concentration in Classroom of Elementary School for using Air Conditioner

○長宗 寧^{1)*}、八木繁樹¹⁾、藤村 満¹⁾、山崎 猛²⁾、小暮眞人²⁾Yasushi Nagamune¹⁾, Shigeki Yagi¹⁾, Mitsuru Fujimura¹⁾, Takeshi Yamazaki²⁾, Makoto Kogure²⁾

1. はじめに

近年、シックスクール問題が社会的に大きく取り上げられている。文部科学省は、「学校環境衛生の基準」にホルムアルデヒド等の化学物質を追加し、通常環境での検査(定期検査)、改修や什器搬入に伴う引渡し前の検査(臨時検査)を定めている。この内、定期検査の条件は室内を30分換気後、5時間以上閉鎖した後に測定するとされている。ホルムアルデヒドの検査は夏季に実施するため、上記の条件で実施した場合、実際に生徒が教室に滞在する条件と温熱環境等が大きく異なる(調査を行った墨田区では全普通教室にエアコンを配備しているため、夏季の授業中は冷房使用状況にある)。

そこで、児童の在室時に近い条件を設定し、その場合のホルムアルデヒド濃度を測定し、児童の教室在室時における基準値超過の有無を確認することを目的として本調査を行った。

2. 調査方法

墨田区内の機械換気設備の無い小学校の普通教室(180.93m³)にてホルムアルデヒド実態調査及び換気回数等の測定を行った。

2-1. 普通教室における濃度測定

① 調査期間:平成16年8月

② 測定方法:DNPH-Silica Short Body(日本ウォーターズ製;ジニトロフェニルヒドラジン誘導体固相吸着/溶媒抽出法)に、30分間、机上の高さで室内空気をサンプリングした。サンプリング後の試料は高速液体クロマトグラフ法(HPLC法)により定量した。

③ 捕集条件:アクティブ法によって室内空気をサンプリングした。サンプリングは始業前、午前、午後3回/日とした。なお、サンプリングは対象校の時間割に基づき授業時間にあたる時間帯で実施した。「始業前」は児童が教室に入る前の時間

帯で前日の夕刻から閉めきった状態である。給食をはさみ「午前」、「午後」と分けたが時間割に則り、授業実施時の時間帯にサンプリングした。

2-2. 換気率測定

① 調査期間:平成17年8月

② 測定方法:換気率の測定はJIS A 1406「屋内換気量測定方法(炭酸ガス法)」に準拠して、換気率(換気回数)の測定を行った。室内にてCO₂ガスを撒いて均一に攪拌し、概ね4000ppm程度にした後、CO₂濃度が減衰する早さから教室の換気率を求めた。

2-3. 冷房ドレイン水中の濃度測定

① 調査期間:平成17年8月

② 測定方法:冷房稼動時に、ドレイン水を一定量連続で採取し、排水量を測定した。また、室内空気濃度測定の時間に合わせて採取したドレイン水について、上水試験法を適用しホルムアルデヒドの分析を行った。

3. 結果及び考察

3-1. 普通教室における濃度測定(平成16年8月)

容積が同じ5つの普通教室にて、同日に別々の条件で測定を行った。条件は、終日窓開放、休み時間毎窓開放、休み時間毎窓開放・冷房使用、終日窓閉鎖・冷房使用、終日窓閉鎖の5条件とした。終日「換気無し」を基にて、各条件の測定結果を比較した。表1、図1に測定結果を示した。

始業前の濃度は122~187μg/m³の範囲であった。終日「換気無し」では、終日基準値を超過しており、時間経過とともに濃度が上昇した。終日窓開放では、午後の濃度がほぼ大気濃度に近いレベルであった。その他、休み時間毎窓開放や冷房使用条件での測定結果はいずれもホルムアルデヒド濃度が低下する傾向が見られた。

なお、終日窓閉鎖でも冷房の使用により、ホルム

1)グリーンブルー株式会社、2)墨田区教育委員会学務課 *正会員

1)Green Blue Corporation, 2)Sumida City, Board of Education Secretariat

表1 教室内におけるホルムアルデヒド濃度の調査結果(普通教室)

NO.	測定条件	濃度(μg/m ³)			始業前に対する割合		
		始業前	午前	午後	始業前	午前	午後
①	終日換気(窓開放)	154	32	14	100.0%	20.8%	9.1%
②	休み時間毎換気(窓開放)	187	87	63	100.0%	46.5%	33.7%
③	休み時間毎換気(窓開放)・冷房使用	167	54	49	100.0%	32.3%	29.3%
④	終日換気無し・冷房使用	125	61	57	100.0%	48.8%	45.6%
⑤	終日換気無し(窓閉鎖)	122	130	132	100.0%	106.6%	108.2%

アルデヒド濃度が低下する結果が得られたため、この要因に注目し、平成17年に調査を行った。

3-2. 換気回数(量)測定(平成17年8月)

冷房稼動時に換気回数変動の有無を確認するために換気回数を測定した。結果より、自然換気が0.38回/h(69.1m³/h)、冷房使用時が0.64回/h(116.4m³/h)であり、換気率は冷房使用時の方が大きいことがわかった。

3-3. 冷房ドレイン水中の濃度測定(平成17年8月)

ホルムアルデヒドは水に可溶であるため、冷房時に熱交換器で生じる凝縮水に溶解し室外へ排出される可能性について検討した。冷房を稼動させると、9分後にドレイン水が流出しはじめ、11分間で1,000mlの水量が観測された。16:00に停止するまで11,670mlのドレイン水が得られた。冷房稼動初期から午前中2回、午後1回採取した試料のいずれからもホルムアルデヒドが検出された。

なお、ドレイン水採取にあわせてホルムアルデヒドの気中濃度を測定したところ、前年に実施した測定と同様に濃度低下が観測された。

表2 ドレイン水の流出量及びホルムアルデヒド濃度

開始	終了	間隔(min)	水量(ml)	ドレイン水中の量(mg)	気中濃度(μg/m ³)
8:30	エアコンOff、閉め切り	-	-	-	80
9:00	エアコンON(26℃、弱風)	-	-	-	75
9:09	9:20	11	1000	316.8	-
9:20	9:30	10	760	-	-
9:30	10:00	30	1150	586.5	50
10:00	10:30	30	910	-	-
10:30	11:00	30	650	565.5	44
11:00	11:40	40	1160	-	-
11:40	12:30	50	1250	-	-
12:30	13:20	50	1092	-	-
13:20	14:00	40	1065	-	-
14:00	14:30	30	828	496.8	35
14:30	15:00	30	765	-	-
15:00	15:30	30	515	-	-
15:30	16:00	30	525	-	-

4. 考察

ホルムアルデヒドの濃度低下は、冷房使用時の換気回数の増加とドレイン水として室外への排出されることが主要因と仮定し、以下の考えに基づき供給されるホルムアルデヒドと換気量から教室内のホルムアルデヒド濃度が時間と共にどのように変化するかを試算した。1)換気した空気を含む延べ体積に最終濃度を乗じ、ホルムアルデヒド全量を算出(28.8mg)。2)測定開始前のホルムアルデヒド全量を算出(14.6mg)。3)その差分(14.2mg)が教室内に供給されたことになる。4)更にドレイン水に溶解した量を考慮すると19.7mgが測定開始した9:00から14:30までの5時間半の間に教室内に供給されたこととなる。5)19.7mgを元に1時間当たりの供給量を算出すると3.6mg/hrとなる。6)1時間に3.6mg/hrの供給があると仮定し、換気量と供給量から室内濃度算出すると、初期濃度80μg/m³が59μg/m³、冷房時は39μg/m³、ドレイン水に溶解する分1mg/hrを考慮すると32μg/m³と試算された(8時間後)。

図1に試算結果を示した。実測値から最初の30分は非冷房時と同程度の減少であるが、それ以降は急激に濃度が減少し、ほぼ試算値(冷房時:脱HCHO考慮)と一致した。このことから、冷房による教室内のホルムアルデヒド濃度が低下は、換気回数の増加とドレイン水としての室外排出が要因のひとつであると示唆された。今後、調査対象数を増やすことで濃度低下に対する冷房効果の有無が一般的であるかどうかを検討する。

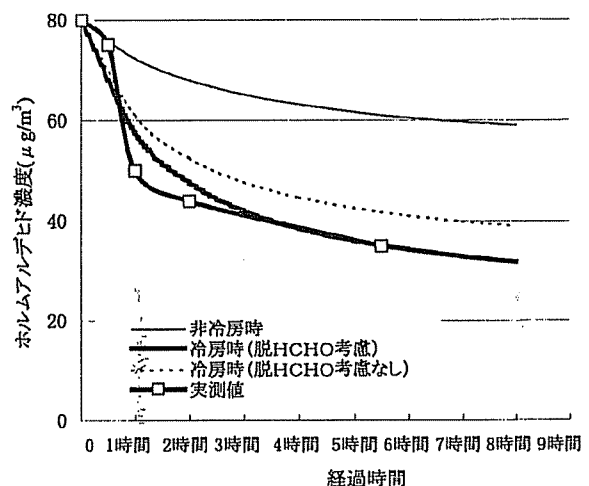


図1 冷房使用時の濃度試算値及び実測値