

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 12 日現在

機関番号：17201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23590744

研究課題名(和文) 小児における室内空気環境による健康影響とその対策

研究課題名(英文) Indoor air pollution on the healthy effect for children

研究代表者

市場 正良 (ICHIBA, Masayoshi)

佐賀大学・医学部・教授

研究者番号：60184628

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円、(間接経費) 1,140,000円

研究成果の概要(和文)：近年、住宅の建材等から発生する微量な揮発性有機化合物(VOC)を原因とするシックハウス症候群が問題となっている。特に発育段階にある小児の環境にとって、室内空気は健康上大きな比重を占める。市内小中学校教室室内空気VOC測定及びその発生源を探索した。約20%の教室で、ホルムアルデヒドが基準値を超過していた。室温や換気状態が濃度に影響していることが確認できた。は、換気状態をオゾン濃度が表すことができることが判明した。

研究成果の概要(英文)：The sick building syndrome by the volatile organic compound (VOC) from construction materials has been becoming a problem. Especially, the indoor air quality for children is an important healthy problem. We measured indoor VOC concentration and found the source of them from elementary and junior high school classrooms in our city. Formaldehyde concentration exceeded the reference value in 20% of all classrooms. We confirmed that the room temperature and ventilation condition influenced the VOC concentration. The level of ozone can show the effect of ventilation condition.

研究分野：社会医学

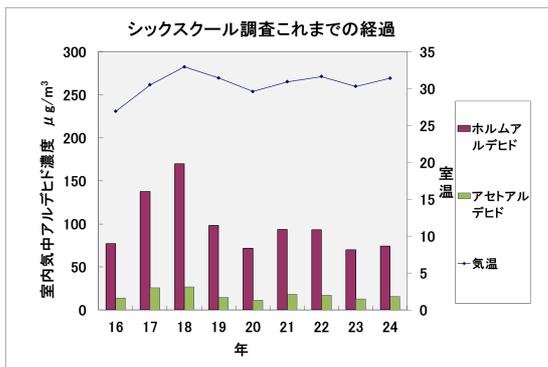
科研費の分科・細目：衛生学

キーワード：シックハウス ホルムアルデヒド

1. 研究開始当初の背景

近年、住宅の高気密化や化学物質を放散する建材等の使用が原因と考えられるシックハウス症候群や化学物質過敏症が問題となっている。健康に影響する室内空気中 VOC 類は様々な種類の物質が存在することが知られている。学校施設でも同様な問題が報告されており、これはシックスクール症候群と呼ばれている。特に、児童生徒は大人より呼吸量は少ないが、体重当たりの呼吸量を考えると曝露量は大人よりも高いと予測され、その対策が重要である。この問題に対し文部科学省の指導により、各学校では毎年ホルムアルデヒドなど VOC 類の測定が行われているが、これらの結果を我々研究者が目にするものは多くない。また、シックハウス様症状との関連は、十分に分析されているとは考えにくい。また、症状発症には様々な要因が関与しており、その解析は簡単ではない。

我々は平成 16 年より佐賀市教育委員会と合同で、市内小中学校の教室内の空気中 VOC 類の測定を行ってきている。文部科学省の指針値が示されているホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレンだけでなく、他のアルデヒド類や VOC 類の測定も行っている。その結果は、教育委員会に戻され、教育委員会より各学校に報告されている。これまでに濃度が高い教室は換気扇設置などの対策も取られている。特にホルムアルデヒドは、指針値を超える部屋が多く、年によっては測定対象室の 40%にも達する場合がある(図 1)。



2. 研究の目的

市内小中学校教室内の空気中 VOC 測定及びその発生源を探索し、シックハウス関連症状発現に影響する学校環境を検討し、その対策を考えることを目的とする。また、発生源の特定も、これまでの研究では十分になされていない。これまでのシックスクール対策は、発生源が特定できない中で、換気対策が行うことが主であった。今回、発生源を特定することも大きな目的である。

3. 研究の方法

市内小中学校の教室内の VOC 測定および発生源の探索を行う。アルデヒド類用および VOC 用の拡散式サンプラーを設置し、24 時間の VOC を吸着させる。サンプラーを回収し、溶媒抽出後、アルデヒド類を HPLC で、その他の VOC 類を GC-MS で測定する。これらの結果から、自覚症状発現に影響する自宅環境や学校環境因子を発見し、その対策を考える。改善策は教育委員会や学校に提案する。

(1) 対象

市内の全市立小中学校および大学附属学校園の計 61 校。内訳は市立小学校 38 校、中学校 19 校、附属小、中、特別支援、幼稚園の計 61 校園。気中 VOC 類測定室は、各校から 2 教室選択。基本的に問診表の対象の児童生徒が通常学習している普通教室ともう 1 部屋特別教室等選んでもらう。例年、臭い等が気になる部屋が選ばれている。

(2) 気中 VOC 類調査

測定方法

文部科学省学校環境衛生管理マニュアルに準じて行う。教室での空気採取は、前日 30 分以上換気後、窓を閉めた状態で、翌日午前から採取を開始する。窓を閉めた状態で、部屋の中央付近で 1ヶ所、机上の高さで、拡散式サンプラーで約 24 時間採取する。換気扇がある部屋は普段の稼働の有無に関わらず稼働状態で採取する。回収したサンプラーは、冷暗所保存し、1 週間内に分析する。

測定項目

アルデヒド類は DSD-DNPH サンプラー(スペルコ)にて採取し、サンプラーからアセトニトリルで抽出後、高速液体クロマトグラフ法で分析する。各アルデヒド類の捕集重量、Uptakerate ($\mu\text{g}/(\text{ppb} \times \text{h})$)、採取時間から気中濃度を計算し、25 の濃度に換算する。

他の VOC 類は、VOC - SD サンプラー (スペルコ)にて採取し、二硫化炭素で抽出後、ガスクロマトグラフ質量分析法にて分析する。GC-MS 測定条件は、カラム: DB-1、スキャンモードで行う。各 VOC 類の捕集重量、Uptakerate、採取時間から気中濃度を計算し、25 の濃度に換算する。

室内状況調査

採取中の室内の気温、湿度をデータロガー(サトー)にて記録する。採取時には、教室の状態を記録し、写真撮影する。記録項目は、サンプラー設置前の窓の開放の有無、換気扇の種類と数、吸気口の種類と数、床、壁、天井の材質、机椅子の種類、素材と数、その他の備品の状態である。

(3) 発生源調査

放散式センサー(柳沢センサー)にて、教室の床や、壁、机等に放散式センサーを設置し、ホルムアルデヒドの発生源を探索した。

(4) オゾン測定

室内換気状態の指標として、オゾン濃度を測定する。

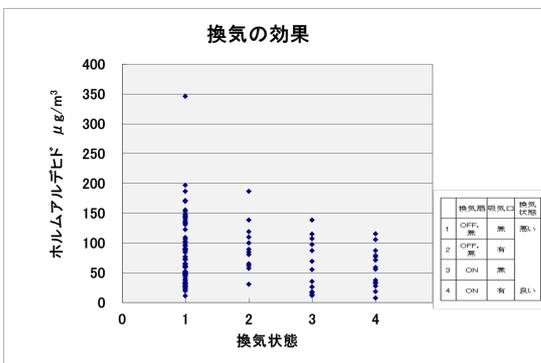
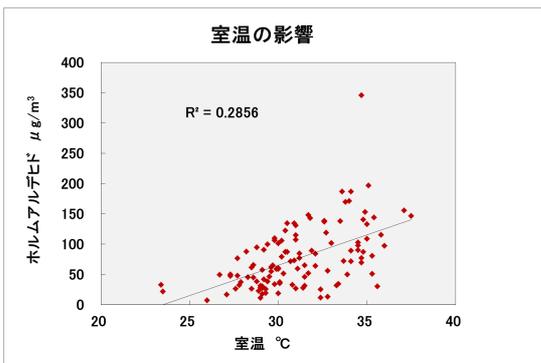
4. 研究成果

室内空気測定結果として、例年ホルムアルデヒドが文部科学省の指針値を超えている。H23年は26%、H24年は26%、平成25年は27%の教室で、指針値を超えた。25年の結果を下表に示す。ホルムアルデヒドは、測定116室のうち26室で文科省指針値を超えた。平均は70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。アセトアルデヒドは、測定116室のうち2室で文科省指針値を超えた。平均は13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

ホルムアルデヒド濃度は、室温の影響や換気状態を反映することが、確認できた(図2、3)。

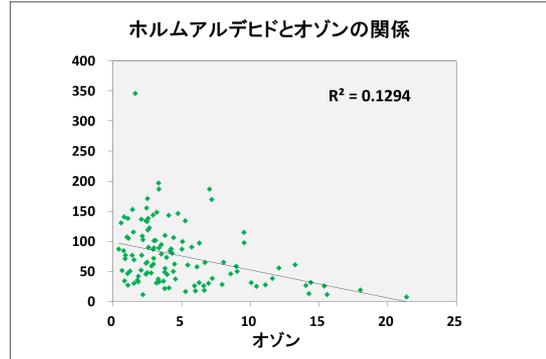
	ホルムアルデヒド	アセトアルデヒド	アセトン
指針値 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	48	
n	117	117	117
Mean	76.4	14.0	13.8
Max	346	94	92
Min	7	ND	ND
Over	32	3	
Over%	27%	3%	

53校
117室
平均室温
31.2°C (31.2)



ホルムアルデヒドが、高濃度であった音楽室について柳沢センサーで発生源を探索した。その結果、合板からの発源が確認できた。

換気状態がその濃度に影響することは、確認できたが、換気状態を客観的に示す指標として外気に存在するオゾン濃度を室内で測定した。その結果、ホルムアルデヒドは、オゾンと負の相関を示し、換気の効果を確認できた(図4)。



そのVOC類は、一部の教室でトルエン、キシレン、エチルベンゼン、2エチルヘキサノールが、検出された。

学校保健安全法によると室内VOC測定は、児童生徒のいない時間では窓を閉めて行うことになる。よって、われわれの夏季休暇中の測定は窓閉鎖状態での測定である。7、8月の夏季休暇中の窓閉鎖時には24時間の平均気温が35近くになることもあり、ホルムアルデヒド濃度は高値を示す。この結果をどう評価すべきか。測定結果は、潜在的な問題点を示しているわけであるが、指針値を超えると、健康上の問題が心配という意見が出てくる。比較のため同じ部屋を窓開放の通常の状態と測定すると、10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の値となり、換気的重要性が確認できた。

5. 主な発表論文等

[学会発表](計4件)

- 市場正良, 溝内重和, 宮崎博喜, 松本明子, 唐喜順, 志岐朋恵, 近藤敏弘, 寺東宏明, 高椋利幸, 上野大介, 学校教室内の空気環境とその対策(4), 第84回日本衛生学会, 2014/5/26, 岡山
- 唐喜順, 志岐朋恵, 大田裕介, 久保田玲奈, 友清仁美, 松尾裕康, 山本 忍, 宮崎博喜, 松本明子, 市場正良, 中国における一般住宅室内環境調査, 第83回日本衛生学会, 2013/3/26, 金沢
- 市場正良, 宮崎博喜, 松本明子, 大田裕介, 久保田玲奈, 友清仁美, 松尾裕康, 山本忍, 志岐朋恵, 唐喜順, 近藤敏弘, 寺東宏明, 上野大介, 学校教室内の空気環境とその対策(3), 第6回室内環境学会九州支部研究

発表会，2013/1/25，福岡
市場正良，宮崎博喜，井上明子，大田裕介，
久保田玲奈，友清仁美，松尾裕康，近藤敏
弘，寺東宏明，上野大介，学校教室内の空
気環境とその対策（2），第82回日本衛生
学会，2012/03/25，京都

6．研究組織

(1)研究代表者

市場 正良（ICHIBA, Masayoshi）
佐賀大学・医学部・教授
研究者番号：60184628

(2)研究分担者

近藤 敏弘（KONDOH, Toshihiro）
佐賀大学・総合分析実験センター・教務員
研究者番号：20186852

上野 大介（UENO, Daisuke）
佐賀大学・農学部・講師
研究者番号：60423604