

表 13 アレルギー疾患と室内空气中 VOC 濃度の関係

単位：μg/m³ N=41

	アレルギー疾患	N (%)	Median	Min	Max	25%		75%		p
						Min	Max	Min	Max	
n-ヘキサン	あり	12(29.3%)	0.9	0.5	2.1	0.8	-	1.1	0.865	
	なし	29(70.7%)	0.9	0.5	11.2	0.8	-	1.0		
2,4-ジメチルペンタン	あり	12(29.3%)	0.1	0.0	0.1	0.0	-	0.1	0.865	
	なし	29(70.7%)	0.1	0.0	0.5	0.0	-	0.1		
シクロヘキサン	あり	12(29.3%)	3.4	0.3	40.6	1.0	-	5.8	0.460	
	なし	29(70.7%)	5.5	0.3	9.1	2.9	-	6.2		
n-ヘプタン	あり	12(29.3%)	0.7	0.4	13.3	0.7	-	9.4	0.477	
	なし	29(70.7%)	0.8	0.4	13.3	0.5	-	1.4		
n-オクタン	あり	12(29.3%)	0.2	0.1	23.6	0.1	-	0.3	0.691	
	なし	29(70.7%)	0.2	0.1	0.6	0.1	-	0.3		
n-ノナン	あり	12(29.3%)	0.2	0.1	61.2	0.2	-	0.4	0.910	
	なし	29(70.7%)	0.2	0.1	0.7	0.1	-	0.4		
n-デカン	あり	12(29.3%)	0.5	0.2	78.7	0.2	-	0.8	0.865	
	なし	29(70.7%)	0.5	0.2	1.4	0.2	-	0.7		
ベンゼン	あり	12(29.3%)	1.1	0.7	1.6	0.9	-	1.3	0.670	
	なし	29(70.7%)	1.0	0.7	3.2	0.9	-	1.3		
トルエン	あり	12(29.3%)	8.7	4.9	28.6	7.4	-	10.5	1.000	
	なし	29(70.7%)	8.0	4.9	42.5	6.5	-	10.6		
エチルベンゼン	あり	12(29.3%)	0.8	0.7	7.3	0.7	-	1.3	0.755	
	なし	29(70.7%)	1.3	0.7	2.4	0.7	-	1.5		
キシレン (o,m,p-合算)	あり	12(29.3%)	1.0	0.8	24.2	1.0	-	1.4	0.629	
	なし	29(70.7%)	1.3	0.8	4.3	0.9	-	2.0		
1,3,5-トリメチルベンゼン	あり	12(29.3%)	0.1	0.1	4.1	0.1	-	0.1	0.932	
	なし	29(70.7%)	0.1	0.1	0.5	0.1	-	0.1		
1,2,4-トリメチルベンゼン	あり	12(29.3%)	0.3	0.0	17.3	0.2	-	0.6	0.532	
	なし	29(70.7%)	0.4	0.0	2.5	0.3	-	0.6		
1,2,3-トリメチルベンゼン	あり	12(29.3%)	0.1	0.1	4.2	0.1	-	0.2	0.910	
	なし	29(70.7%)	0.1	0.1	0.6	0.1	-	0.2		
α-ピネン	あり	12(29.3%)	2.3	0.3	15.4	1.7	-	3.4	0.691	
	なし	29(70.7%)	1.8	0.3	162.6	1.3	-	3.0		
β-ピネン	あり	12(29.3%)	0.4	0.0	1.6	0.3	-	0.6	0.393	
	なし	29(70.7%)	0.3	0.0	1.6	0.2	-	0.5		
ジクロロメタン	あり	12(29.3%)	0.4	0.2	0.7	0.3	-	0.5	0.629	
	なし	29(70.7%)	0.4	0.1	0.7	0.2	-	0.4		
クロロホルム	あり	12(29.3%)	0.4	0.1	0.9	0.2	-	0.8	0.477	
	なし	29(70.7%)	0.3	0.1	3.8	0.2	-	0.8		
1,2-ジクロロエタン	あり	12(29.3%)	0.1	0.1	0.2	0.1	-	0.1	0.333	
	なし	29(70.7%)	0.1	0.0	0.2	0.1	-	0.1		
1,1,1-トリクロロエタン	あり	12(29.3%)	0.1	0.0	0.4	0.1	-	0.1	0.266	
	なし	29(70.7%)	0.1	0.0	0.2	0.0	-	0.1		
テトラクロロメタン	あり	12(29.3%)	0.4	0.3	0.7	0.3	-	0.4	0.733	
	なし	29(70.7%)	0.4	0.3	0.5	0.4	-	0.4		
トリクロロエチレン	あり	12(29.3%)	0.1	0.0	0.1	0.0	-	0.1	0.798	
	なし	29(70.7%)	0.0	0.0	0.2	0.0	-	0.1		
テトラクロロエチレン	あり	12(29.3%)	0.1	0.0	0.2	0.1	-	0.1	0.253	
	なし	29(70.7%)	0.1	0.0	0.2	0.1	-	0.1		
p-ジクロロベンゼン	あり	12(29.3%)	28.0	1.3	1354.1	7.2	-	340.6	0.079	
	なし	29(70.7%)	3.7	1.2	340.6	1.8	-	28.0		

* Mann-Whitney 検定

児童におけるシックビルディング症状の検討

分担研究者 西條 泰明 旭川医科大学健康科学講座 准教授

研究要旨

研究目的：SwedenのAnderssonらが開発した児童向けのシックビルディング症候群（SBS）調査票 MM080 for school を用いて、一般児童の SBS 症状の有訴率と、それに影響する環境要因・生活習慣について明らかにする。

研究方法：旭川市内の1小学校を通じて MM080 for school を配布し、児童の状況について保護者から回答を得た。SBS 症状の有訴率や、自宅・学校環境の SBS 症状への関連を検討した。

研究結果：自覚症状については、「いつもあり」を陽性としたところ、目の症状：4.3%、鼻の症状：18.5%、皮膚症状 10.9%、咳：4.7%、精神・神経症状 3.6%であった。以上のいずれかの症状有りは 26.8%であった家で受動喫煙有りは 28.7%に認め、その症状出現に対するオッズ比(OR)は 1.27 (95%CI: 0.71-2.25, p=0.424)、カビ発生 16.0%、OR は 2.16 (95%CI: 1.11-4.24, p=0.024)、カビ臭 5.5%、OR は 2.52 (95%CI: 0.88-7.22, p=0.085)、水漏れ 12.4%、OR は 2.44 (95%CI: 1.16-5.09, p=0.018)、結露 41.1%、OR は 1.77 (95%CI: 1.04-3.04, p=0.037)であった。さらにそれらの指標陽性数を合計した dampness index も p for trend=0.002 で量一反応関係を認めた。考察：MM080 for school で把握した自覚症状は自宅の湿度環境悪化と有意に関連し、シックビルディング症状の検出に有効であることが示唆された。今後もさらに症例数を重ねて、学校環境などの影響を検討する必要がある。

結論：MM080 for school は児童のシックビル対策に有効と考えられる。

研究協力者

吉田 貴彦	旭川医科大学健康科学講座教授
伊藤 俊弘	旭川医科大学健康科学講座講師
杉岡 良彦	旭川医科大学健康科学講座講師
中木 良彦	旭川医科大学健康科学講座助教
遠藤 整	旭川医科大学健康科学講座

B. 研究方法

旭川市内の1小学校の協力を得て MM080 for school を担任教師から児童に配布し、保護者に記載を依頼し、記載後は学校へ提出することとした。学校は築 36 年で、各学年 2 クラス、児童数は 455 人である。調査票は 278 人（全児童数の 61.1%）から回答を得て、調査票の自覚症状部分に回答のない 3 人を除外して 275 人（全児童数の 60.4%）を解析対象とした。

MM080 for school は Appendix 1 に示す。内容は学校環境、アレルギー、自覚症状、食事が含まれる。また、教室の状況として臭いが気になるか、かび臭いか、かびが生えているか、結露があるか、水漏れがあったが質問票を用いて担任の教師に回答を依頼した。

症状については、眼症状、鼻症状、皮膚症状、喉・呼吸器症状、精神・神経症状の 5 つのカテゴリ、腹痛を除く全体で 10 項目について頻度と環境によるものかどうかの自覚症状を聞いた。

症状については「はい、よくあった（毎週のように）」、「はい、ときどき」、「いいえ、まったく」の 3 段階の回答のうち、「はい、よくあった（毎週のように）」と回答し

A. 研究目的

シックビルディング症候群（SBS）の population base の調査については調査票ベースの自覚症状の把握が行われることが多い。その一つに Sweden の Andersson らが開発した SBS 調査票があり、職域向きの MM040EA は日本でも SBS の研究に利用され (1-3)、その自覚症状部分は本研究班でも使用してきた。

北欧では学校環境と健康の問題等、児童に対する調査が多く行われて湿度環境の影響が報告されている。しかし、日本では、新築後の化学物質暴露による症例検討が多く、一般児童を対象とした研究はまれで (4)、湿度環境や生活習慣に焦点を当てた研究は見られない。本研究では、Sweden の Andersson らが開発した児童向けのシックビルディング症候群（SBS）調査票 MM080 for school (5) の有用性を明らかにすることを目的としている。

たものを症状ありと考え、SBS症状として定義した。

統計処理はSPSS for Windows version 16.0を用い、いずれかのSBS症状ありとの関係についてロジスティック回帰を用いて検定した。有意水準は5%とし、オッズ比（OR）、95%信頼区間（95%CI）を求めた。

（倫理面への配慮）：本調査は、無記名のアンケート調査で回答は自由意志で行われた。また、本研究は旭川医科大学倫理委員会の承認を得た。

C. 研究結果

Table 1 に対象者の学年、性別、学童保育の利用の有無を示す。男女はほぼ同数で、額等保育の利用は18人（6.5）に認めた。

Fig. 1 に保護者の考える学校環境を示す。築年数が経過しているためか、温度環境、清掃状態で悪いと考える割合が高く、また1クラスの人数が多いためか広さについても悪いと考える割合が高かった。

Table 2 にアレルギーの率を示す。一年以内のアレルギー歴は喘息が16.3%、花粉症が19.9%、アトピー性皮膚炎が29.7%、食物アレルギーが10.5%、いずれかが42.4%であった。

Table 3 にSBS症状の有訴率を示す。自覚症状については、「いつもあり」を陽性としたところ、目の症状：4.3%、鼻の症状：18.5%、皮膚症状10.9%、咳：4.7%、精神・神経症状3.6%であった。以上のいずれかの症状有り（以下有訴群）は26.8%であった。

Table 4 に最近一年のその他の症状を示す。喘鳴は14.5%に、長期間続く積は17.8%に、よく風邪をひくは6.9%、何回も抗生物質を飲むは5.1%に認めた。

Table 5 に自宅環境とSBS症状の関連を示す。家で受動喫煙有りは28.7%に認め、その症状出現に対するオッズ比（OR）は1.27（95%CI：0.71-2.25, p=0.424）、カビ発生16.0%、ORは2.16（95%CI：1.11-4.24, p=0.024）、カビ臭5.5%、ORは2.52（95%CI：0.88-7.22, p=0.085）、水漏れ12.4%、OR

は2.44（95%CI：1.16-5.09, p=0.018）、結露41.1%、ORは1.77（95%CI：1.04-3.04, p=0.037）であった。さらにそれらの指標陽性数を合計したdampness indexもp for trend=0.002で量一反応関係を認めた。

Table 6 に食事とSBS症状の関係を示す。給食が好きでないことのORは2.91（95%CI：1.33-6.38, p=0.008）、給食が十分な量でないことのORは7.73（95%CI：2.35-25.51, p=0.001）、スナックや甘いものを取りすぎるもののORは2.32（95%CI：1.18-4.56, p=0.015）であった。

Table 7 にクラスの担任教師が答えた環境とSBS症状の関係を示す。結露は全クラスで認め、そのほかの指標も有意なものは無かった。

D. 考察

本研究では、北欧で開発された児童向けのSBS調査票を用いて、皮膚・粘膜・精神神経症状がいつもあり（週1回以上）を有意な症状として26.8%に認めた。ただ、回答率が60%程度のため、回答しなかった群にほとんど健康問題がないとするとSBS症状の有訴率はさらに低いと考えられる。また、今回は家の環境、学校の環境両者とSBS症状との関連を検討するため、「その症状が学校によるものと思いますか」の質問項目は使用しなかった。職域等で使用されるMM040でも「その症状は職場の環境によるものと思いますか」という追加の質問があるが、その部分は利用していない報告と（1,2,6）、「職場環境によると思う」と追加で答えたものを陽性とする報告もあり一定しない（7）。今後は、その定義についての検討も必要と考えられる。

本研究では、自宅の湿度環境についてカビ発生、結露、水漏れが有意にSBS症状出現のORを上昇させ、カビ臭もORを上昇させる傾向を認めた。さらにそれらの指標を合計したdampness indexも傾向性検定で有意であり、量一反応関係を認めた。しかし、学校環境については影響を認めなかったが、これは1つの小学校のためクラス毎の環境の差が少ないことが原因と考えられる。

また、給食が十分でないこと、給食が嫌いなこと、甘いものやスナックを取りすぎることも有意にORを上昇し生活習慣もSBS症状に関係することが考えられた。

E. 結論

MM080 for school は児童のシックビル・シックスクール調査のツールとして有効と考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Saijo Y, Nakagi Y, Sugioka Y, Ito T, Endo H, Kuroda H, Yoshida T. Comparative study of simple semi-quantitative dust mite allergen tests. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 2007; 12(5):187-92.
- 2) 西條泰明、岸玲子：特集・住環境とアレルギー。5. シックハウス症候群。化学療法の領域。23(4)：563-70, 2007
- 3) 西條泰明：北海道の一般住宅におけるシックハウス症候群に関する疫学研究。北海道公衆衛生学雑誌 20(2)：38-41, 2007.

2. 学会発表

- 1) 西條泰明、中木良彦、杉岡良彦、伊藤俊弘、吉田貴彦：「築年数の経過した集合住宅における湿度環境とシックビルディング症状」、第66回日本公衆衛生学会総会、松山、(2007.10.24-26)

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

なし

参考文献

1. Mizoue T, Reijula K, Andersson K. Environmental tobacco smoke exposure and overtime work as risk factors for sick building syndrome in Japan. *Am J*

Epidemiol. 2001;154:803-808.

2. Mizoue T, Andersson K, Reijula K, Fedeli C. Seasonal variation in perceived indoor environment and nonspecific symptoms in a temperate climate. *J Occup Health*. 2004;46:303-309.
3. Kubo T, Mizoue T, Ide R, Tokui N, Fujino Y, Minh PT, Shirane K, Matsumoto T, Yoshimura T. Visual display terminal work and sick building syndrome--the role of psychosocial distress in the relationship. *J Occup Health*. 2006;48:107-112.
4. 子安ゆうこ, 酒井菜穂, 今井孝成, 神田晃, 川口毅, 小田島安平：本邦におけるシックハウス症候群の大規模疫学調査：アレルギー(0021-4884), 2004, 53, pp 484-493.
5. Andersson K, Fagerlund I, Dahm B, Nygren M. ALLERGIC DISEASE AMONG IMMIGRANT CHILDREN IN A SWEDISH METROPOLITAN AREA. *Proceedings of Indoor Air* -99. 1999;5:439-444.
6. Engvall K, Norrby C, Norback D. Sick building syndrome in relation to building dampness in multi-family residential buildings in Stockholm. *Int Arch Occup Environ Health*. 2001;74:270-278.
7. Reijula K, Sundman-Digert C. Assessment of indoor air problems at work with a questionnaire. *Occup Environ Med*. 2004;61:33-38.

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
分担研究報告書

最近の自覚症状

最近3ヶ月間、お子様に次のような症状はありましたか。
(症状が無くて、すべての質問にお答えください)

	「はい、よくあった」 (毎週のように)			「はい」 ときどき			「いいえ」 まったく		
	はい (1)	いいえ (2)	わからない (3)	はい (1)	いいえ (2)	わからない (3)	はい (1)	いいえ (2)	わからない (3)
とても疲れる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
頭が痛い	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
睡眠の問題（不眠、日中の眠気等）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
目がかゆい、あつい、チクチクする	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
鼻水・鼻づまり、鼻がムズムズする	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
せきがでる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
顔面が乾燥する、赤くなる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
頭皮や耳がかさつく、かゆい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
手が乾燥する・かゆい・赤くなる	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
お腹が痛い	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
その他	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

「はい」の方は、その症状は学校の環境が原因によるものと思えますか。

最近1年間の自覚症状

最近1年間、お子様に以下の様な症状はありましたか。

	「はい」			「いいえ」		
	はい (1)	いいえ (2)	わからない (3)	はい (1)	いいえ (2)	わからない (3)
息がゼイゼイする・息苦しい	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
せきが強く続く	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
よくかぜをひく	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
何回も抗生物質をのむ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

自宅環境

自宅の種類	戸建て□ ₁	集合住宅□ ₂	その他□ ₃
建築年	1980年以前□ ₁	1980年以後□ ₂	わからない□ ₃
喫煙	電気□ ₁	その他□ ₂	わからない□ ₃
換気システム	自然換気□ ₁	機械換気□ ₂	わからない□ ₃
お子様の部屋にカーペットが敷きつめられていますか			
ほ乳類(犬、猫、ハムスターなど)や鳥を家の中で飼っていますか			
ご家族にタバコを吸う方が同居されていますか			
家の中でタバコを吸う方が同居されていますか			
カビが生えていますか(風呂以外)			
かいび臭いですか			
5年以内に水漏れや雨漏りがありましたか			
冬の間、窓はよく結露しますか			
200メートル以内(交通量の多い道路を含めて)に何人で生活されていますか(お子様を含めて) _____人			

Appendix 1

室内環境調査票

小学校 保護者の方にお答えください

学校名 MM 080 School

日付 _____

学年 _____

クラス _____

この調査票では、お子様の健康状態と、学校環境についてお尋ねします。

背景要因

誕生年 平成 _____年 誕生月 _____月

性別 男□₁ 女□₂

いつから今の学校に入学しましたか 平成 _____年から

お子様は学童保育に行っていますか はい□₁ いいえ□₂

学校環境

一般的に見て、お子様の

	とてもよい	よい	ふつう	悪い	とても悪い	わからない
学校環境をどう思いますか	よい (1)	よい (2)	ふつう (3)	悪い (4)	とても悪い (5)	わからない (6)
温度環境	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
空気(質)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
明るさ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
騒音	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
広さ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
清掃状態	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

アレルギー

今までにアレルギーについてお答えください

	「はい」			「いいえ」		
	はい (1)	いいえ (2)	わからない (3)	はい (1)	いいえ (2)	わからない (3)
ぜんそくにかかったり、息がゼイゼイする症状が出たことはありますか。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
花粉症にかかったことはありますか。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
皮膚に湿疹がでたことはありますか。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
食物アレルギーになったことはありますか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
今までにアレルギー(喘息、花粉症、湿疹)にかかったことがありますか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
お父様はアレルギー(喘息、花粉症、湿疹)にかかったことがありますか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
分担研究報告書

食事

	ほとんど		1週間に	
	いつも ⁽¹⁾	いつも ⁽²⁾	1-3回 ⁽³⁾	ない ⁽⁴⁾
お子様はいつも家で朝食をたべますか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
お子様はいつも学校で給食をたべますか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
お子様は毎給食が好きですか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
お子様にとって給食は十分な量ですか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
お子様は夕食に温かい食事をとりますか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
あなたはお子様が給食で十分なカロリーや栄養素をとれていないと思いますか	はい ⁽¹⁾	<input type="checkbox"/>	いいえ ⁽²⁾	<input type="checkbox"/>
あなたはお子様が日中にスナックや甘いものを取りすぎていると思いますか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

その他

お子様は北海道で生まれましたか* はい, いいえ₂
 「いいえ」の場合、何歳で北海道に生まれましたか _____歳
 お子様は何人兄弟(姉妹)ですか (お子様を含めて) * _____人
 お子様にはお兄さんかお姉さんがいますか はい, いいえ₂

追加コメント

追加コメント欄

追加コメント

追加コメント欄

ご協力、ありがとうございます。

Table 1 Characteristics

	N	%
Grade		
1st	53	19.2
2nd	49	17.8
3rd	44	15.9
4th	37	13.4
5th	43	15.6
6th	50	18.1
Gender		
Male	135	48.9
Female	133	48.2
Unknown	8	2.9
Go to an after school centre	18	6.5

Fig. 1 School environment

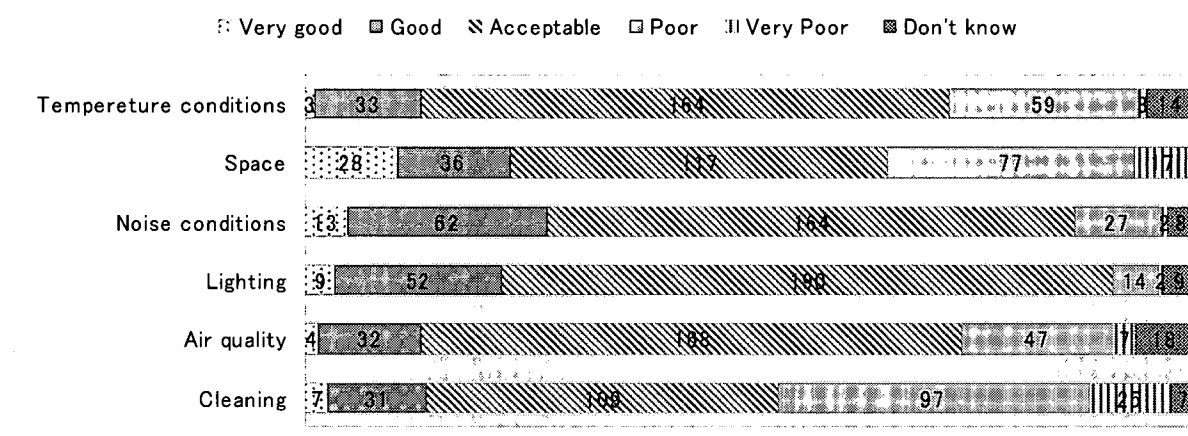


Table 2 History of allergies

	Yes		During the last year	
	N	%	N	%
Asthma	83	30.1	45	16.3
Hayfever	55	19.1	55	19.9
Eczema	155	56.2	82	29.7
Food allergies	58	21	29	10.5
Any	189	68.5	117	42.4
Father and /or mother allergies	204	73.9	—	—

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
分担研究報告書

Table 3 SBS symptom prevalence

	Male (n=135)		Female (n=133)		All (n=276)	
	N	%	N	%	N	%
Eye	4	3.0	7	5.3	12	4.3
Nose	26	19.3	24	18	51	18.5
Dermal	15	11.1	15	11.3	30	10.9
Cough	5	3.7	7	5.3	13	4.7
General	5	3.7	5	3.8	10	3.6
All or any	38	28.1	36	26.3	74	26.8

Table 4 Symptoms during the last year

	N	%
Wheezing, strained breathing	40	14.5
Long period of coughing	49	17.8
Frequent colds	19	6.9
Treated a number of times with antibiotics	14	5.1

Table 5 Home environment and SBS symptoms

	N	%	Odds ratio	95%CI	P value
Type of housing					
House	208	75.6	reference		
Flat	64	23.3	1.30	0.70 to 2.39	0.406
Other	2	0.7	—		
Year of construction					
<1980	36	13.1	reference		
>1980	327	118.9	1.08	0.48 to 2.42	0.856
Don't know	12	4.4	2.14	0.54 to 8.46	0.277
Heating		0.0			
Electric	39	14.2	reference		
Other	234	85.1	1.28	0.58 to 2.85	0.542
Don't know	1	0.4	—		
Ventilation					
Natural	124	45.1	reference		
Mechanical	144	52.4	0.65	0.38 to 1.11	0.116
Don't know	5	1.8	—		
Wall to wall carpeting	86	31.3	0.91	0.51 to 1.63	0.756
Furry animal or birds	71	25.8	0.90	0.49 to 1.67	0.747
Smoker in the family	99	36.0	0.88	0.50 to 1.55	0.662
Smoke in the house	79	28.7	1.27	0.71 to 2.25	0.424
Mold growth	44	16.0	2.16	1.11 to 4.24	0.024
Moldy odour	15	5.5	2.52	0.88 to 7.22	0.085
Water leakage	34	12.4	2.44	1.16 to 5.09	0.018
Condensation on window	113	41.1	1.77	1.04 to 3.04	0.037
Heavy traffic	177	64.4	1.13	0.65 to 1.98	0.662
Number of family (continuous)		0.0	0.92	0.71 to 1.20	0.537
Dampness index		reference			
0	148	53.8	1.74	0.92 to 3.27	0.088
1	73	26.5	1.74	0.92 to 3.27	0.088
2	36	13.1	1.08	0.45 to 2.60	0.867
3	15	5.5	5.66	1.87 to 17.11	0.002
4	4	1.5	11.32	1.14 to 112.66	0.038

p for trend=0.002

Table 6 Food and SBS symptoms

	N	%	Odds ratio	95%CI	P value
Eat breakfast at home (1-3 times per week or never)	5	1.8	0.68	0.08 to 6.17	0.730
Usually eat lunch at school (1-3 times per week or never)	0	0.0	—		
Like the food at school (1-3 times per week or never)	29	10.5	2.91	1.33 to 6.38	0.008
School food satisfying the child hunger (1-3 times per week or never)	14	5.1	7.73	2.35 to 25.51	0.001
Not sufficient energy from the school	26	9.5	2.20	0.96 to 5.04	0.062
Too many snacks and sweets	43	15.6	2.32	1.18 to 4.56	0.015

Table 7 School environment and SBS symptoms

	Class	N	Odds ratio	95%CI	P value
Odour		51	0.81	0.40 to 1.65	0.558
Moldy odour		156	1.18	0.69 to 2.02	0.551
Mold growth		195	1.72	0.92 to 3.22	0.090
Condensation on window		276	—		
Water leakage		126	0.88	0.51 to 1.50	0.063

各種セメントへのフタル酸ジエチルヘキシル添加に伴う
室内空気汚染物質 2-エチル-1-ヘキサノール発生に関する実験的研究

分担研究者 柴田 英治 愛知医科大学医学部衛生学講座 准教授

研究要旨

床のセメントとフタル酸エステル含有建材との接触に伴う 2-エチル-1-ヘキサノール (2E1H) の持続的な発生が室内環境汚染の原因となっている事例が存在する。これを確認するため、市販の普通・高炉・早強セメント及び早強セメントに Air-Entraining (AE) 減水剤を添加したものなど 6 種類にフタル酸ジ- (2-エチルヘキシル) (DEHP) を加え、発生する 2E1H を観察した。いずれのセメントも DEHP の添加により、2E1H の放散が少なくとも添加後 13 週間続き、AE 減水剤添加の早強セメントは特に初期発生量が多いことが明らかになった。

研究協力者

酒井 潔 名古屋市衛生研究所
上島通浩 名古屋大学大学院医学系研究科
環境労働衛生学
森吉昭博 北海道大学

A. 実験目的

我々はコンクリートの床とフタル酸エステルを含有する床材が接触する室内で、竣工後長期間にわたって 2-エチル-1-ヘキサノール (2E1H) が発生し、この室内の利用者にシックビル症候群が発症する原因になっている事例を報告してきた。また、これまでの調査で、学校、店舗、公共施設などの一部の室内に高濃度の 2E1H が検出されることも確認している。2E1H の発生機序のひとつとして、プラスチック床材に可塑剤として含有されるフタル酸エステルであるフタル酸ジ- (2-エチルヘキシル) (DEHP) の加水分解が考えられるが、床のコンクリートの原料であるセメントの種類と 2E1H 発生との関連についての検討は従来あまり行われていない。我々は今回、6 種類のセメントに可塑剤 DEHP を添加した後、2E1H 発生量の推移を経時的に観察し、セメントの種類による 2E1H 発生量の変化に着目した実験を行ったので報告する。

B. 研究方法

1. 実験試料

ポルトランドセメント 5 種類 (試料 1~5)
およびこの中の 1 種類のポルトランドセメン

ト (試料 5) に Air Entraining 減水剤 (AE 減水剤) を重量比で 0.5% 添加したもの (試料 6) に、それぞれ蒸留水を添加してセメント含水比 50% で硬化させた。普通セメントは 30 日間、早強セメントは 1 週間養生させた後、0.074mm 以下に粉砕したものを使用した。試料はステンレス製容器で密封保管した。

試料 1 普通セメント (A 社製)

試料 2 高炉 B 種セメント (A 社製)

試料 3 早強セメント (A 社製)

試料 4 早強セメント (B 社製)

試料 5 早強セメント (C 社製)

試料 6 早強セメント (C 社製) + ポゾリス No. 70 (AE 減水剤、セメント質量に対して 0.5% 添加)

普通セメントは、汎用的に使用されており、一般の土木・建築工事、コンクリート二次製品、混合セメント用基材セメント、左官用セメントなど幅広く使用されている。

高炉セメントはポルトランドセメントクリンカーに高炉スラグと石膏を混合粉砕したもので、高炉スラグと石膏の混合割合で分類される。B 種は高炉スラグと石膏の混合割合が 30% を超えて 60% 以下のものである。

早強セメントは、普通セメントと比較して、ケイ酸三カルシウム (エーライト; $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) が多く、ケイ酸二カルシウム (ビーライト; $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) が少なくしてあるために、早期の強度発現が良く、普通セメントの材齢 7 日強度を材齢 3 日で発現するので、工期の短縮が可能になる。また、反応性の高いエーライトが多く、粉末度 (細かさ) も高くとってある

ために、冬場の打設作業にも向いており、寒冷地の工事、冬期工事、緊急工事、特に高強度を必要とするコンクリートの二次製品の製造などに使われる。

水セメント比 50%は通常の含水比である。また、粒径を 0.074mm としたのは化学反応を促進するためである。A E減水剤は、これを添加すると空気が細かいベアリングの役目をして施工しやすくなるためにコンクリートに加える混和剤であり、陰イオン系界面活性剤が用いられることが多い。

2. DEHP 添加を添加したセメントからの揮発性有機化合物放散量の測定

写真1にDEHPを添加したセメントとステンレス製保存容器を示した。

- (1) セメント約 10 g（精秤）をステンレス製保存容器（内径 54mm×深さ 40mm、容量：92 cm³）に入れて表面を平らにした後、密封した。
- (2) フタを外した容器を二重管チャンバー内に設置して DEHP を添加しない状態での 2E1H の放散量を測定した。
- (3) セメント表面に DEHP（特級）0.4 g（精秤）を添加した後、密封した。
- (4) セメントを入れた容器を恒温器（30℃）で保管した。
- (5) 1 日後、7 日後、14 日後、28 日後、42 日後、56 日後、92 日後に、フタを外した容器を二重管チャンバー法で揮発性有機化合物の放散量を測定した。
- (6) 測定後は再密封して恒温器（30℃）で保管した。

3. 揮発性有機化合物拡散量測定方法

写真2に二重管式チャンバー法の装置一式の外観を示した。この装置は、揮発性有機化合物を含まない空気を調製するための清浄空気供給ユニット P A S 1000、相対湿度 50%に加湿するための加湿エア流量調整器 H A C 500、二重管式チャンバー、二重管チャンバー内の試料空気を捕集管を通して吸引するためのエアサンプリングポンプ S P 208 1000 Dual（いずれもジーエルサイエンス社製）から構成されている。この二重管式チャンバーは、建材などの被評価物の表面から発生する揮発

性有機化合物放散量を評価するとともに、現場での測定が可能な方法である。

図1に二重管式チャンバーの構造を示した。一端が開口している筒状の容器を二重に組み合わせさせた形状をしており、内筒はガラス製、外筒はステンレス製である。内筒部の開口端が外筒部の開口端よりも軸方向の内側に位置しているため、被評価物へのチャンバーの接触は外筒部のみであり、内筒部開口端と被評価物との間に隙間が形成されている。被評価物への空気の供給は外筒部と内筒との間に形成される空間から行われ、その一部をチャンバー外に排気し、一部を内筒部内に供給している。

建材などの被評価物から発生する揮発性有機化合物放散量を測定するためには、まず外筒部の開口部を被評価物の表面に設置して、給気ポンプと採気ポンプの流量を調整して、供給空気量が採気空気量を上回るように設定する。これによって清浄空気をチャンバー外に排気してチャンバー外からの汚染物質の流入を防ぐことができる。一方、内筒部開口端と被評価物との間から内筒管内部の空間に供給された清浄空気と被評価物から発生した揮発性有機化合物は採気ポンプによって内筒管上部から捕集管に導入される。このように建材などの被評価物の上にチャンバーを設置するだけで被評価物から発生した揮発性有機化合物放散量を評価できるので、被評価物を切断する必要がなく、実際の現場での測定が可能である。

今回は、揮発性有機化合物の発生が考えられないアルミニウム箔の上に DEHP を添加したセメントを入れたステンレス製保存容器を置いた状態で、二重管式チャンバーを設置してセメントから放散した揮発性有機化合物を測定した。

具体的な測定手順は下記のとおりである。

- (1) 二重管チャンバー内に試料を設置して、揮発性有機化合物を含まない清浄空気（湿度 50%）を毎分 500ml で送入した状態で一定時間放置した。
- (2) 二重管チャンバー法で放散した揮発性有機化合物を含む空気を活性炭管（ジャン

ボ型、柴田科学）に毎分 100ml で 10 分間 サンプリングした。

- (3) 活性炭 100mg に対して二硫化炭素 (CS₂、作業環境測定用、和光純薬) 1ml の割合で添加して室温で 2 時間放置して遠心分離 (3000rpm、10 分間) した後、上澄液中の揮発性有機化合物を下記の分析条件でガスクロマトグラフ-質量分析計 (GC-MS) により定量した。表 1 に GC-MS 分析条件を示した。

- (4) 捕集量から空气中揮発性有機化合物濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) を算出して、下記の式に従って放散量を計算した。

$$\text{揮発性有機化合物放散量 } (\mu\text{g}/\text{時}\cdot\text{m}^3) \\ = \text{空气中揮発性有機化合物濃度 } (\mu\text{g}/\text{m}^3) \\ \times [\text{換気回数 } (\text{回}/\text{時}) / \text{ローディングファクター } (\text{m}^2/\text{m}^3)]$$

測定を行った揮発性有機化合物は下記の 39 種類であった。

- ① 脂肪族炭化水素 (13 種類) : n-ヘキサン、n-ヘプタン、n-オクタン、n-ノナン、n-デカン、n-ウンデカン、n-ドデカン、n-トリデカン、n-テトラデカン、n-ペンタデカン、n-ヘキサデカン、2,4-ジメチルペンタン、2,2,4-トリメチルペンタン
- ② 芳香族炭化水素 (9 種類) : ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、1,3,5-トリメチルベンゼン、1,2,4-トリメチルベンゼン、1,2,3-トリメチルベンゼン、1,2,4,5-テトラメチルベンゼン
テルペン類 (2 種類) : α -ピネン、リモネン
- ③ 塩素化炭化水素 (9 種類) : トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、クロロホルム、1,1,1-トリクロロエタン、1,2-ジクロロエタン、1,2-ジクロロプロパン、四塩化炭素、クロロジブロモメタン、*p*-ジクロロベンゼン
- ④ エステル類 (2 種類) : 酢酸エチル、酢酸ブチル
- ⑤ アルコール類 (2 種類) : n-ブチルアルコール、2E1H
- ⑥ ケトン類 (2 種類) : 、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン

標準物質は、VOCs 混合標準原液 (室内環境測定用、関東化学) に 2E1H (特級、和光純薬) を添加したものを使用した。

4. 捕集管のブランク試験

未使用の活性炭管 3 本を使用して、捕集管自体に含まれる揮発性有機化合物量を測定した。

5. 捕集管からの脱着率試験

揮発性有機化合物濃度が 500ng/ml である標準液を使用して、相平衡法によって捕集管 3 本での揮発性有機化合物脱着率を測定した。

6. 捕集管の破過の確認

捕集管は活性炭が 2 層 (前段 400mg、後段 200mg) 充填されており、後段の活性炭中揮発性有機化合物を測定することによって、サンプリング時の揮発性有機化合物の破過の有無を確認した。

7. 二重管チャンバー法の再現性試験

- (1) 110°C で 24 時間加熱した市販セメント約 10 g (精秤) と蒸留水 1.0 g と DEHP (特級) 0.4 g (精秤) を入れたステンレス保存容器 3 個を 30°C で 7 日間保管した。
- (2) 上記の試料を二重管チャンバー法で揮発性有機化合物の放散量を測定して、そのバラツキを測定した。

8. 二重管チャンバー法で放散量が一定になるまでに要する時間の確認試験

- (1) ステンレス製保存容器に市販セメント約 10 g (精秤) と DEHP (特級) 0.4 g (精秤) を入れた試料を 30°C で 14 日間保管した。
- (2) 上記の試料を二重管チャンバー内に設置して、10 分間、20 分間、30 分間、40 分間、60 分間経過した後に揮発性有機化合物の放散量を測定した。

9. セメント中含水率の測定方法

ステンレス製保存容器に標準セメント約 2 g (精秤) を入れた試料を 110°C、24 時間加熱乾燥して、その減少量から含水率を算出した。

$$\text{含水率 } (\%) = [\text{乾燥前重量} - \text{乾燥後重量}] / \text{乾燥前重量} \times 100$$

（倫理面への配慮）

本研究はヒトを対象とするものでないため、倫理面への配慮を必要とする研究に該当しないと考えられる。

C. 研究結果

1. 測定方法について

(1) 捕集管のブランク試験

表 2 に今回の測定条件（サンプリング空気量：1.0L）での揮発性有機化合物放散量の定量下限値を示した。今回使用した捕集管 3 本の揮発性有機化合物含有量はいずれも定量下限値未満であった。

(2) 捕集管からの脱着率試験

表 3 に揮発性有機化合物濃度が 500ng/ml の標準液を添加した場合での脱着率を示した。2E1H の脱着率は 70% で、変動係数は 2.5% であった。

(3) 二重管チャンバー法の再現性試験

表 4 に試料 3 個の並行測定を行った揮発性有機化合物放散量の平均値とその変動係数を示した。2E1H 以外の揮発性有機化合物放散量はいずれも定量下限値未満であったので、変動係数は算出できなかった。2E1H 放散量の平均値が 130.2mg/時・m² で、変動係数は 6.6% であった。

(4) 二重管チャンバー法で揮発性有機化合物放散量が一定になるまでに要する時間の確認試験

2E1H 以外の揮発性有機化合物放散量はいずれも定量下限値未満であった。図 2 にチャンバー内設置時間と 2E1H 放散量の関係を示した。チャンバー内に設置して 10 分後からサンプリングした場合の 2E1H 放散量は 17.8mg/時・m²、20 分後では 31.9mg/時・m²、30 分後では 28.6mg/時・m²、40 分後では 28.2mg/時・m²、60 分後では 29.7mg/時・m² であった。今回はチャンバー内に 40 分間設置した後、試料空気をサンプリングすることとした。

(5) 測定時の捕集剤の破過の確認

今回の測定に用いた活性炭管の後段部分の 2E1H 放散量はいずれも定量下限値未満であったので、試料空気中の揮発性有機化合物は前段部分にすべて捕集されていたことが確認

された。

2. DEHP を添加したセメントからの 2E1H の放散量の経時変化について

(1) セメント中含水率

表 5 に実験開始時の 6 種類の試料の含水率を示した。普通セメント（試料 1）の含水率が 4.1% で最も低く、AE 減水剤を添加した早強セメント（試料 6）が 7.0% で最も高かった。

(2) 2E1H 放散量の経時変化

表 6～表 12 に 6 種類のセメント試料に DEHP を添加して 30℃ で保管した場合の 1 日後、7 日後、14 日後、28 日後、42 日後、56 日後および 92 日後の揮発性有機化合物放散量を示した。6 種類の試料ともに、DEHP を添加して保管した場合、2E1H 以外の揮発性有機化合物の捕集量はすべて定量下限値未満であった。また定量条件と同じ分析条件で定性分析を行ったところ（保持時間がヘキサンの検出からヘキサデカンの検出の間に検出される物質が対象）が、上記の 39 種類の物質以外で高濃度になると考えられるものは検出されなかった。

図 3 に DEHP を添加したセメントから 2E1H 放散量の経時変化を図示した。DEHP 添加前のセメントからの 2E1H 放散量は 5 種類ともに定量下限値未満であった。いずれの試料も 1 日後には 5mg/時・m² を超える 2E1H 放散量が観察され、その後は 10mg/時・m² を超える放散が続いた。28 日後の放散量は 17.3～29.6mg/時・m²、56 日後は 31.6～49.4mg/時・m²、92 日後は 21.7～41.0mg/時・m² であった。ポルトランドセメント 5 種類の中の放散量の大小比は、1 日後で 2.9 倍、7 日後で 2.6 倍、14 日後で 1.9 倍、28 日後および 42 日後で 1.7 倍、56 日後で 1.6 倍、92 日後で 2.0 倍であり、セメントの種類による放散量の違いがみられた。

AE 減水剤を添加した C 社製早強セメントでの 2E1H 放散量に対する同社製早強セメントでの 2E1H 放散量の比（試料 6/試料 5）は、1 日後で 1.8 倍、7 日後で 1.7 倍、14 日後で 1.8 倍、28 日後以降は 1.0 倍であった。早強セメントでは、AE 減水剤を添加した場合は添加しない場合より、DEHP 添加直後の 2E1H 放

散量が多かった。

セメント含水率は多かった順に試料 6>試料 5=試料 4>試料 3>試料 2>試料 1 であったのに対して、1 日後の 2E1H 放散量は試料 6>試料 5>試料 4>試料 3>試料 1>試料 2 であった。1 日後の 2E1H 放散量はセメント含水率にほぼ比例していたが、7 日後以降は関連がみられなかった。

D. 考察

セメントの種類に関わらず、DEHP の添加によって 2E1H が発生するが、それ以外の揮発性有機化合物の発生はなかったこと、AE 減水剤を添加した早強セメントは特に 2E1H の初期発生量が多いこと、またそれらの発生は少なくとも DEHP 添加後 13 週間にわたって続くことが明らかになった。この結果から、ビルの室内における 2E1H の発生へのコンクリート中のセメントと DEHP の接触の関与が裏付けられた。2E1H の発生対策を考える上では、セメントの種類に関わらず、両者の接触を避けることが重要と考えられた。

E. 結論

今回、セメントの種類と 2E1H 放散量の間に関連はみられなかったが、水分を含むセメントに DEHP を添加した場合、セメントの種類に関わらず、2E1H が放散し続けることが確認された。

F. 健康危険情報

なし。

G. 研究発表

1. 論文発表

Kondo F, Ikai Y, Goto T, Ito Y, Oka H, Nakazawa H, Odajima Y, Kamijima M, Shibata E, Torii S, Miyazaki Y. Two sensitive sick-building syndrome patients possibly responding to p-dichlorobenzene and 2-ethyl-1-hexanol. J Health Sci 2007;53:119-123

Lee C-H, Kamijima M, Kim H, Shibata E,

Ueyama J, Suzuki T, Takagi K, Saito I, Gotoh M, Hibi H, Naito H, Nakajima T. 8-Hydroxydeoxyguanosine levels in human leukocyte and urine according to exposure to organophosphorus pesticides and paraoxonase 1 genotype. Int Arch Occup Environ Health 2007;80:217-227

Wang D, Kamijima M, Imai R, Suzuki T, Kameda Y, Asai K, Okamura A, Naito H, Ueyama J, Saito I, Nakajima T, Goto M, Shibata E, Kondo T, Takagi K, Takagi K, Wakusawa S. Biological Monitoring of Pyrethroid Exposure for Pest Control Workers in Japan. J Occup Health 2007; 49: 509-514

2. 学会発表

Kamijima M, Ueyama J, Takagi K, Kondo T, Shibata E, Saito I, Hibi H, Okamura A, Gotoh M, Nakajima T. Biological monitoring of exposure to organophosphorus and pyrethroid insecticides in Japan -From the viewpoint of testicular toxicity assessment- 7th International Symposium on Biological Monitoring in Occupational and Environmental Health 2007.9 Beijing

柴田英治、酒井潔、上島通浩、大野浩之、那須民江、横山和仁、小林章雄. 室内揮発性有機化合物濃度低減化のための床材張り替えとその効果に関する検討. 第 77 回日本衛生学会総会 2007.3 大阪（日衛誌 2007;62:585）

柴田英治、圓藤陽子、上山純、上島通浩、岡村愛、内藤久雄、今井亮太、王棟、高木健次、近藤高明、五藤雅博、深谷幸生、斎藤勲. 衛生害虫防除作業者のピレスロイド系薬剤使用と血中ペルメトリン及び尿中 3-フェノキシ安息香酸の定量 第 80 回日本産業衛生学会 2007.4 大阪（産衛誌 2007;49(臨時増刊号):442)

木全明子、上山純、近藤高明、上島通浩、柴田英治、五藤雅博、深谷幸生、高木健次. 尿

中殺虫剤代謝産物両を指標とした職業性の殺虫剤曝露評価の有用性. 第 80 回日本産業衛生学会 2007. 4 大阪（産衛誌 2007;49(臨時増刊号):829)

H. 知的財産権の出願・登録状況
(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

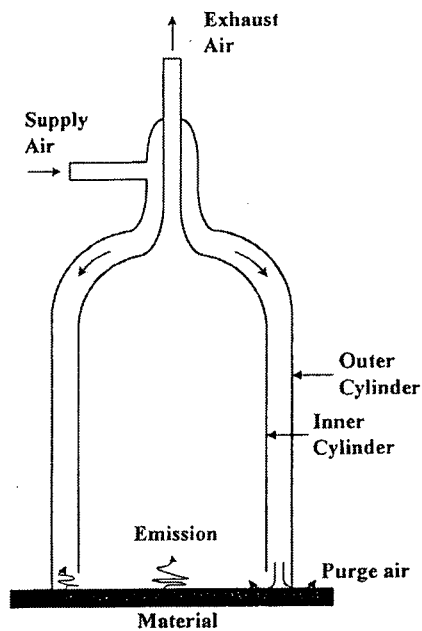


図1 二重管式チャンバーの構造（田中貴織、他、1998）

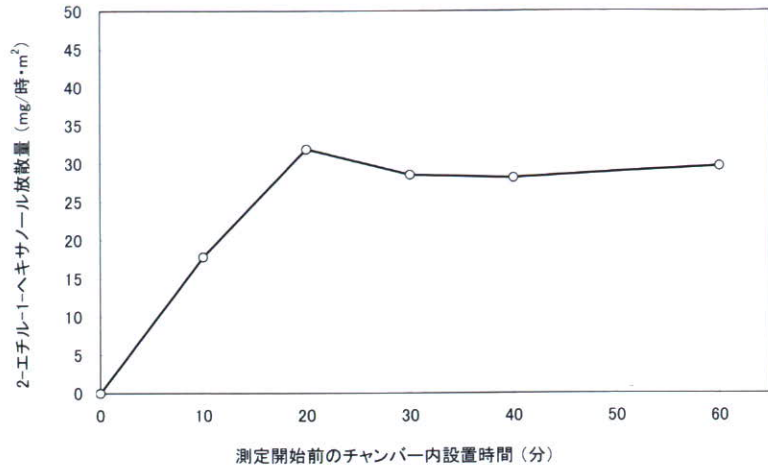


図2 チャンパー内への試料設置時間と2-エチル-1-ヘキサノール放散量

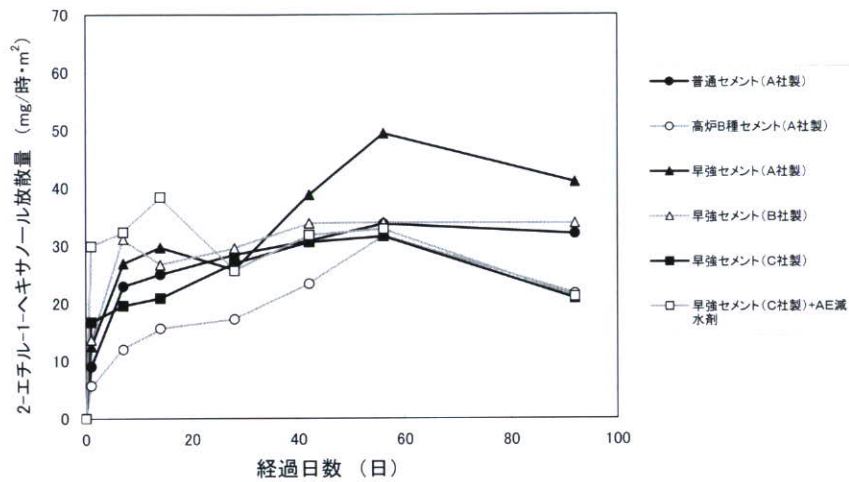


図3 フタル酸ジエチルヘキシルを添加したセメントからの2-エチル-1-ヘキサノール放散量の推移



写真1 フタル酸ジエチルヘキシルを添加したセメントとステンレス製保存容器

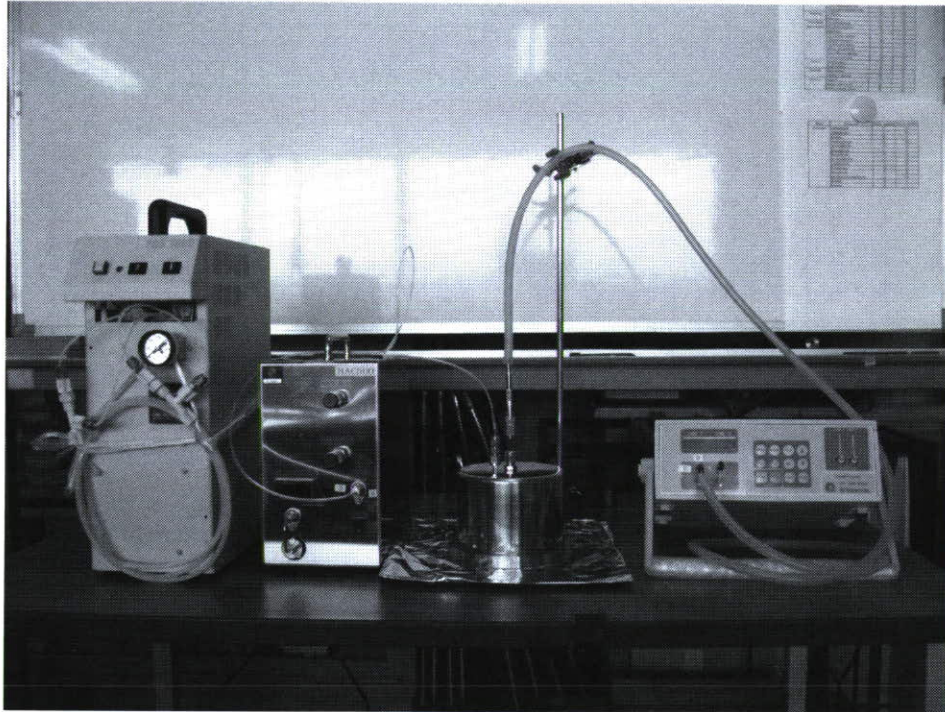


写真2 二重管式チャンバー法のシステム一式

正面左側から、清浄空気供給ユニットPAS1000、加湿エアークロム調整器HAC500、二重管式チャンバー、エアサンプリングポンプSP208 1000 Dual（いずれもジーエルサイエンス社製）

表1 GC-MSの分析条件

カラム	:NB-1(60m×0.25mm id)
カラム温度	:45°C(5分)－10°C/分－300°C(7分)
注入口温度	:250°C
キャリアーガス	:ヘリウム
注入量	:1 µl(スプリットレス注入法)
イオン源温度	:250°C(インターフェース温度)
EMボルト	:2000
検出法	:SIM法

表2 サンプルリング空気が1.0Lの場合での揮発性有機化合物放散量の定量下限値

化合物名	定量下限値 (mg/時・m ³)
脂肪族炭化水素	
n-ヘキサン	0.11
n-ヘプタン	0.05
n-オクタン	0.08
n-ノナン	0.12
n-デカン	0.05
n-ウンデカン	0.07
n-ドデカン	0.12
n-トリデカン	0.05
n-テトラデカン	0.07
n-ペンタデカン	0.06
n-ヘキサデカン	0.07
2,4-ジメチルペンタン	0.06
2,2,4-トリメチルペンタン	0.05
ベンゼン	0.05
トルエン	0.11
エチルベンゼン	0.09
キシレン	0.07
スチレン	0.07
1,3,5-トリメチルベンゼン	0.16
1,2,4-トリメチルベンゼン	0.07
1,2,3-トリメチルベンゼン	0.05
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	0.04
α-ピネン	0.05
リモネン	0.07
テルペン類	
塩素化炭化水素	
トリクロロエチレン	0.04
テトラクロロエチレン	0.06
クロホルム	0.05
1,1,1-トリクロロエタン	0.06
1,2-ジクロロエタン	0.07
1,2-ジクロロプロパン	0.04
四塩化炭素	0.02
クロジプロモメタン	0.10
p-ジクロロベンゼン	0.07
酢酸エチル	0.09
酢酸ブチル	0.12
n-ブタノール	0.10
2-エチル-1-ヘキサノール	0.08
メチルエチルケトン	0.03
メチルイソブチルケトン	0.11
ノナール	0.07
デカール	0.11

表3 捕集管からの揮発性有機化合物の脱着率

化合物名	脱着率 (%)
脂肪族炭化水素	
n-ヘキサン	102
n-ヘプタン	103
n-オクタン	102
n-ノナン	102
n-デカン	102
n-ウンデカン	101
n-ドデカン	100
n-トリデカン	101
n-テトラデカン	101
n-ペンタデカン	100
n-ヘキサデカン	100
2,4-ジメチルペンタン	105
2,2,4-トリメチルペンタン	101
ベンゼン	98
トルエン	98
エチルベンゼン	100
キシレン	96
スチレン	57
1,3,5-トリメチルベンゼン	99
1,2,4-トリメチルベンゼン	96
1,2,3-トリメチルベンゼン	92
1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	94
α-ピネン	96
リモネン	97
テルペン類	
塩素化炭化水素	
トリクロロエチレン	101
テトラクロロエチレン	100
クロホルム	99
1,1,1-トリクロロエタン	101
1,2-ジクロロエタン	100
1,2-ジクロロプロパン	98
四塩化炭素	90
クロジプロモメタン	100
p-ジクロロベンゼン	100
酢酸エチル	87
酢酸ブチル	88
n-ブタノール	55
2-エチル-1-ヘキサノール	70
メチルエチルケトン	66
メチルイソブチルケトン	86
ノナール	71
デカール	102

並行測定数：3

表4 二重管子ヤンバー法の再現性試験結果

化合物名	VOC拡散量	
	平均 mg/時・m ²	変動係数 %
脂族炭化水素	n-ヘキサン	ND
	n-ヘプタン	ND
	n-オクタン	ND
	n-ノナン	ND
	n-デカン	ND
	n-ウンデカン	ND
	n-ドデカン	ND
	n-トリデカン	ND
	n-テトラデカン	ND
	n-ペンタデカン	ND
	n-ヘキサデカン	ND
	2,4-ジメチルペンタン	ND
	2,2,4-トリメチルペンタン	ND
	ベンゼン	ND
トルエン	ND	
芳香族炭化水素	エチルベンゼン	ND
	キシレン	ND
	スチレン	ND
	1,3,5-トリメチルベンゼン	ND
	1,2,4-トリメチルベンゼン	ND
	1,2,3-トリメチルベンゼン	ND
	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	ND
	α-ピネン	ND
	リモネン	ND
	トリクロロエチレン	ND
	テトラクロロエチレン	ND
	クロホルム	ND
	1,1,1-トリクロロエタン	ND
	1,2-ジクロロエタン	ND
四塩化炭素	ND	
クロロジプロモタン	ND	
p-ジクロロベンゼン	ND	
エステル類	酢酸エチル	ND
	酢酸ブチル	ND
アルコール類	n-ブタノール	ND
	2-エチル-1-ヘキサノール	130.2
ケトン類	メチルエチルケトン	ND
	メチルイソブチルケトン	ND
アルヒド類	ノナール	ND
	デカール	ND
並行測定数：3、ND：定量下限値未満		

表5 セメントの含水率

試料No	1	2	3	4	5	6
試料名	普通セメント (A社製)	高炉B種 セメント (A社製)	早強セメント (A社製)	早強セメント (B社製)	早強セメント (C社製)	早強セメント (C社製) + AE減水剤
含水率(%)	4.1	4.2	4.7	5.2	5.2	7

表 7 DEHP 添加後 7 日目の揮発性有機化合物放散量

化合物名	揮発性有機化合物放散量 (mg/時・m ³)					
	試料1 普通セメント (A社製)	試料2 高炉ドロマ メント(A社)	試料3 早強セメント (A社製)	試料4 早強セメント (B社製)	試料5 早強セメント (C社製)	試料6 早強セメント (C社製) +AE減水剤
脂肪族炭化水素	n-ヘキサン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ヘプタン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-オクタン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ノナン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-デカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ウンデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ドデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-トリデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-テトラデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ペンタデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ヘキサデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	2,4-ジメチルペンタン	ND	ND	ND	ND	ND
	2,2,4-トリメチルペンタン	ND	ND	ND	ND	ND
	ペンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
トルエン	ND	ND	ND	ND	ND	
芳香族炭化水素	エチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
	キシレン	ND	ND	ND	ND	ND
	スチレン	ND	ND	ND	ND	ND
	1,3,5-トリメチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2,4-トリメチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2,3-トリメチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
	α-ピネン	ND	ND	ND	ND	ND
	リモネン	ND	ND	ND	ND	ND
	トリクロロエチレン	ND	ND	ND	ND	ND
	テトラクロロエチレン	ND	ND	ND	ND	ND
	クロホルム	ND	ND	ND	ND	ND
	1,1,1-トリクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2-ジクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-ジクロロプロパン	ND	ND	ND	ND	ND	
四塩化炭素	ND	ND	ND	ND	ND	
クロジプロモメタン	ND	ND	ND	ND	ND	
p-ジクロロベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND	
酢酸エチル	ND	ND	ND	ND	ND	
酢酸ブチル	ND	ND	ND	ND	ND	
アルコール類	n-ブタノール	ND	ND	ND	ND	ND
	2-エチル-1-ヘキサノール	23.0	12.0	26.9	31.2	19.6
ケトン類	メチルエチルケトン	ND	ND	ND	ND	ND
	メチルイソブチルケトン	ND	ND	ND	ND	ND
アルデヒド類	ノナール	ND	ND	ND	ND	ND
	デカノール	ND	ND	ND	ND	ND

表 6 DEHP 添加後 1 日目の揮発性有機化合物放散量

化合物名	揮発性有機化合物放散量 (mg/時・m ³)					
	試料1 普通セメント (A社製)	試料2 高炉ドロマ メント(A社)	試料3 早強セメント (A社製)	試料4 早強セメント (B社製)	試料5 早強セメント (C社製)	試料6 早強セメント (C社製) +AE減水剤
脂肪族炭化水素	n-ヘキサン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ヘプタン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-オクタン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ノナン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-デカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ウンデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ドデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-トリデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-テトラデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ペンタデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	n-ヘキサデカン	ND	ND	ND	ND	ND
	2,4-ジメチルペンタン	ND	ND	ND	ND	ND
	2,2,4-トリメチルペンタン	ND	ND	ND	ND	ND
	ペンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
芳香族炭化水素	トルエン	ND	ND	ND	ND	ND
	エチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
	キシレン	ND	ND	ND	ND	ND
	スチレン	ND	ND	ND	ND	ND
	1,3,5-トリメチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2,4-トリメチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2,3-トリメチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND
	α-ピネン	ND	ND	ND	ND	ND
	リモネン	ND	ND	ND	ND	ND
	トリクロロエチレン	ND	ND	ND	ND	ND
	テトラクロロエチレン	ND	ND	ND	ND	ND
	クロホルム	ND	ND	ND	ND	ND
	1,1,1-トリクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-ジクロロエタン	ND	ND	ND	ND	ND	
1,2-ジクロロプロパン	ND	ND	ND	ND	ND	
四塩化炭素	ND	ND	ND	ND	ND	
クロジプロモメタン	ND	ND	ND	ND	ND	
p-ジクロロベンゼン	ND	ND	ND	ND	ND	
酢酸エチル	ND	ND	ND	ND	ND	
酢酸ブチル	ND	ND	ND	ND	ND	
アルコール類	n-ブタノール	ND	ND	ND	ND	ND
	2-エチル-1-ヘキサノール	9.0	5.7	12.6	13.7	16.8
ケトン類	メチルエチルケトン	ND	ND	ND	ND	ND
	メチルイソブチルケトン	ND	ND	ND	ND	ND
アルデヒド類	ノナール	ND	ND	ND	ND	ND
	デカノール	ND	ND	ND	ND	ND