

ここで、フタル酸モノエステルの、NOAEL 値から、試行的に算出して求めた値を生物学的曝露指標値として提案した。計算方法は次の如くである。DEHP の NOAEL 値は環境省、厚生労働省、経済産業省とも同じでラットで 3.7 mg/Kg/Day（精巣毒性で最も低い値）としている。基準マージンはラットとヒトの感受性の種間差を説明する 3 と個人差を説明する 10 の積 30 が妥当としている。環境省の報告では侵入経路は経口が 98.80%、経口：5.60 μ g/Kg/Day、吸入：0.07 μ g/Kg/Day、経皮吸収はなしとしている。経口投与による吸収率は Schmid と Schlatter(1985)ら¹⁾によれば 20 から 25%としている。高い吸収率を採用して 25%とする。子ども体重は 25Kg、マージンは 30 として DEHP の体内への吸収量を計算すると、3.7 mg/Kg/Day \times 1/30 \times 25Kg = 3.083 mg/Day が得られる。また子ども 1 日の尿量は成人の半分量 0.75 L/Day とすると、(3.08 mg/Day)/(0.75 L/Day) = 4.11 mg/L となる。DEHP モル濃度：10.54 μ mol/L、吸収率 25%から 10.54 \times 0.25 = 2.635 μ mol/L が得られる。尿への代謝率 65%とすると 2.635 \times 0.65 = 1.71 μ mol/L となる。

モノ代謝物から GC/MS, .Inj での平均 PHA 変換率 55%として求めると PHA は 1.71 μ mol/L \times 0.55 = 0.94 μ mol/L となる。PHA 0.94 μ mol/L は生物学的曝露指標値となる。これを μ g/L で表すと 139.12 μ g/L となり子どものクレアチニン平均：1.1g/L で補正すると 126.5 = 130 μ g/gCr が得られる。これは今回の無水フタル酸の分布から見ると 247 名中約 16 名がこの生物学的曝露指標値を超えることが示された。

尿中 2-エチル-1-ヘキサノールも同じ方法で計

算すると、DEHP の NOAEL から求められた曝露の生物学的許容値は 0.08 μ g/mL が得られた。

ベンゼンの曝露指標として尿中 t, t-ムコン酸量の測定がなされている。男子成人 100 名の幾何平均値は 87.7 μ g/L が得られた（表 4）。一方ベンゼンの許容濃度は過剰発がん性生涯リスクとして 0.1ppm が示されている。この ppm に対する t, t-ムコン酸濃度は井上らの回帰式より計算（Y=35.9+5.79X、X:ppb、日本職業・災害医学 JJOMT Vol. 53.No1 6-8.2005）すると 615 μ g/L となる。この値を超える者は 100 名中 6 名であった。また個人曝露量の最大値 13.1 μ g/m³（4.1ppb）を回帰式に代入すると t, t-ムコン酸濃度は 60 μ g/L となる。

D. 考察

1. 室内空气中化学物質分析方法

マニュアルでは分析方法の記載は主ではなく、市民相談者等が分析方法を理解すること、分析できる測定機関を知り指導することが重要である。マニュアル作成では付属か添付資料として入れる（記載すること）で良いと考える。必要なのは実際に測定する場合の室内等空気をいかに適切な条件で採取するかを示す事が重要である。新規住宅では「シックハウス（室内空気汚染）問題に関する検討会」の報告書の採集条件をわかりやすく説明する。次に、症状のある場合やシックハウスの測定等に関心がある人の場合にはどのような条件で採取するかを分けて書く必要がある。分析機関にとっては分析条件等が参考になるためである。

2. 室内空気濃度と評価

室内測定結果では現在学校などで測定が義務となっている物質ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、キシレン、スチレン、エチルベンゼン、パラジクロロベンゼン以外に高濃度で、住居で検出率の高い物質があきらかになった。その物質は α ピネン、リモネン、n-デカン、エチルアセテート、n-ウンデカンであり、これらの物質の測定を追加することが必要である。また有害性や曝露の症状を記載することが必要であろう。さらに、アルデヒド類はアセトン、ヘキシルアルデヒドについての測定と有害症状の記載が必要であると考える。

室内環境評価は指針値が有るものについてはその値について説明することが必要であるが、評価値の無い物質については何かの値を示す必要がある。その例として表1には測定した値の95%上限値を示しこの値を丸めて参考値を作成した。アルデヒドは指針値とよく一致するがVOCは一致していない。むしろ厳しい値になっている。この値を用いるかどうかについては研究会での議論が必要である。

3. MVOC 評価

MVOCの有害性は注目されており、現在検討が行われている。このMVOC物質の前駆体の濃度の測定とその関連を調べることが重要と考える。また前駆体の有害性とMVOC物質の有害性の比較をし、結果の記載も必要と考える。室内で測定されているオクタンと3オクタノン(MVOC)を見ると強い関連が見られる(図6)。またこれら

が検出される条件として、温度、湿度、細菌の種類や量が重要である。

4. 個人曝露測定サンプラー

個人の曝露測定はリスクアセスメントの健康影響評価に重要であるとされている。一般生活環境で曝露を測定するには捕集器(サンプラー)の精度、感度はもちろんオシヤレで、目立たず、小型で軽い物が良い。我々の製作したサンプラーはこれに該当する。曝露測定結果(N=24)を見ると、曝露濃度は住宅環境で測定した値よりも高い濃度の傾向がある。ベンゼンは約3倍であった。アルデヒド類は室内濃度と変わらない。

5. 生物学的モニタリング

生物学的モニタリング検査は一般住宅環境の人々を評価する方法としてはまだ確立されておらず精力的な研究が行われている。今回報告する方法は有害性情報(NOEL)から基礎マージン係数や吸収率、代謝割合などから求める方法である。この方法は指針値を決めるのに動物のデータから人に外挿している。生活環境ではこの手法が必要になると思われる。事例では無水フタル酸の例を示した。この事例は数多くのフタル酸類の混合曝露を受けた場合のスクリーニングの検査といえる。

特に化学物質の生物学的モニタリング検査をする際には、色々な代謝物があり、半減期が短い事などから目的物質の選定、採尿タイミングなどの記載がマニュアルに必要となる。またその評価が出来る専門家が重要である。日本の法規にある生物学的検査は医師が評価をすることになって

いる。このことから医師との連携についても報告書に記載する必要がある。

E. 結論

1. 室内測定の場合、法規物質以外に検出率が多く比較的高濃度の平均値である α ピネン、リモネン、*n*-デカン、エチルアセテート、*n*-ウンデカン、ヘキシルアルデヒドの測定を進めるマニュアルを作成。
2. またこれらの評価値（例平均値の95%値）を参考値として示す（表1, 2を参照）が、記載には検討が必要。
3. 健康症状との関連を明らかにするには個人曝露量を進める。症状との関連では医師との連携が必要。マニュアルでの記載方法内容の、検討が必要。
4. 生物学的モニタリング検査
実際には、現在検査が可能である生物学的検査を示す。たとえばフタル酸エステル類の代謝物質、リン酸エステル類の代謝物質の例、ベンゼンの代謝物である *t*, *t*-ムコン酸濃度を示す。
実際の実施には医師との連携が必要である。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Ito Y., Kamijima M., Hasegawa C., Tagawa M., Kawai T., Miyake M., Hayashi Y., Naito H., Nakajima T. Species and inter-individual

differences in metabolic capacity of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) between human and mouse livers. Environ Health Prev Med, 19(2):117-25, 2014.

- 2) Kawai T, Mitsuyoshi H, Ikeda M. Promising biological monitoring for occupational 1,2-dichloropropane exposure by urinalysis for un-metabolized solvent. Journal of Occupational Health, 2014 (印刷中).

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

表1. 札幌、福島、愛知、大阪、岡山、北九州の住宅（居間、寝室）535室の濃度

番号	名前	分子量	平均濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	標準偏差	最大値	検出数	95%上限値	参考値	指針値 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	formaldehyde	30.03	42.1	30.6	232	534/535	92.6	93	100
2	acetaldehyde	44.05	18.9	17.4	132	522/535	47.6	50	48
3	aceton	56.06	31.5	39.1	538	525/535	96	100	-
4	acrolein	58.08	0.1	1.1	23	6/535	1.9	5	-
5	propionaldehyde	58.08	0.5	0.7	7	15/535	1.7	5	-
6	crotonaldehyde	70.09	3.1	5.8	63	157/535	12.7	15	-
7	n-butyraldehyde	72.11	0.3	1.4	22	7/535	2.6	5	-
8	benzaldehyde	106.12	0.3	0.8	6	22/535	1.6	5	-
9	iso-valeraldehyde	86.13	0.5	1.8	14	42/535	3.5	5	-
10	valeraldehyde	86.13	0.3	1.6	21	17/535	2.9	5	-
11	o-tolualdehyde	120.15	1.3	6.8	94	39/535	12.5	15	-
12:13	p,m-tolualdehyde	120.15	0.1	1.1	18	12/535	1.9	5	-
14	hexaldehyde	100.16	4.3	12.1	174	200/535	24.3	25	-
15	2,5-dimethylaldehyde	134.18	0	0	0	0/535	-	-	-

定量下限値は $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 4 4 0 分の捕集で空気を 0.5m^3 以上吸引した場合

検出率は $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の半分 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ までとした。

表2. 札幌、福島、愛知、大阪、岡山、北九州の住宅（居間、寝室）535室の濃度

番号	名前	分子量	平均濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	標準偏差	最大値	検出数	95%上限値	参考値	指針値 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Methylethylketone	72.11	3.0	3.4	39	236/533	8.6	10	
2	Ethylacetate	88.11	10.0	15.9	200	399/533	36.2	40	
3	n-Hexane	86.18	1.7	4.0	78	102/533	8.3	10	
4	Chloroform	119.38	1.0	1.0	5	47/533	2.7	5	
*5	1,2-Dichloroethane	98.96	0.1	0.5	10	4/533	0.9	-	
*6	2,4-Dimethylpentane	100.20	0.1	0.4	9	1/533	0.8	-	
*7	1,1,1-Trichloroethane	133.40	0.2	0.7	10	7/533	1.4	-	
8	1-Butanol	74.12	1.0	1.7	13	77/533	3.8	5	
9	Benzene	78.11	1.8	1.9	37	94/533	4.9	5	
*10	Carbon Tetrachloride	153.82	0.2	0.4	3	1/533	0.9	-	
*11	1,2-Dichloropropane	112.99	0.0	0.0	1	0/533	0	-	
*12	Trichloroethylene	131.39	0.1	0.3	3	2/533	0.6	-	
13	n-Heptane	100.20	3.9	20.1	339	44/533	37.1	50	
14	Methylisobutylketone	72.11	1.3	2.9	41	56/533	6.1	10	
15	Toluene	92.14	13.1	9.2	71	513/533	28.3	30	160
*16	Chlorodibromomethane	208.28	1.4	9.7	133	10/533	17.4		
17	Butylacetate	116.16	5.2	13.4	242	302/533	27.3	30	
18	n-Octane	114.23	3.5	10.4	200	158/533	20.7	25	
19	Tetrachloroethylene	165.83	0.7	3.8	61	158/533	7	10	
20	EB	106.16	4.1	3.2	27	334/533	9.4	10	3800
21	p/m-Xy	106.16	5.3	4.4	28	378/533	12.6	15	870
22	Styrene	104.15	2.2	4.8	28	151/533	10.1	15	220
23	o-Xy	106.16	2.2	2.0	13	162/533	5.5	10	
24	n-Nonane	128.26	5.2	9.1	71	222/533	20.2	20	
25	α -Pinene	136.23	22.9	42.7	445	404/533	93.4	100	
26	1,3,5-TMB	120.19	1.2	2.7	54	62/533	5.7	10	
27	1,2,4-TMB	120.19	3.6	4.4	34	246/533	10.9	15	
28	n-Decane	142.28	10.4	18.1	315	375/533	40.3	40	
29	p-DCB**	147.00	18.2	40.7	3718	218/533	85.4	90	240
30	1,2,3-TMB	120.19	1.4	3.1	55	70/533	6.5	10	
31	Limonene	136.23	13.9	21.1	261	418/533	48.7	50	
32	n-Undecane	156.31	10.0	16.7	139	353/533	37.6	40	330

定量下限値は $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 1 4 4 0 分の捕集で空気を 0.5m^3 以上吸引した場合

検出率は $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ の半分 $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ までとした。

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

表3. 札幌、福島、愛知、大阪、岡山、北九州の住宅（居間、寝室）208室のMVOC濃度

番号	名前	MW	平均値 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	標準偏差	最大値	検出数
1	2-Hexanone	100.16	0.20	0.4	2.6	52/208
2	2-Pentanol	88.15	0.38	0.79	4.2	64/208
3	2-Heptanone	114.19	0.07	0.23	1.5	19/208
4	3-Methyl-1-butanol	88.15	0.63	1.16	10.6	91/208
5	1-Pentanol	88.15	0.83	1.36	12.2	104/208
6	3-Octanone	128.21	0.04	0.23	1.9	8/208
7	3-Octanol	130.23	—	—	0	0/208
8	1-Octene-3-ol	128.21	0.11	0.11	8.6	20/208

表4 過剰発がん性生涯リスクと尿中t、t-ムコン酸濃度

項目	単位	男子100名のt、t-ムコン酸幾何平均	日本産業衛生学会		非ベンゼン作業、男子100名中の人数	
			0.1 ppm	1 ppm	0.1 ppm未満	0.1から1 ppm未満
実測値（非補正）	ug/L	87.7	615	5.826	94	6
クレアチニン補正	ug/g.cre	67	282	1.949	87	13
尿比重補正（1.016）	ug/L	67.8	387	3.474	91	9

t、t-ムコン酸濃度は井上らの回帰式より計算：日本職業・災害医学 JJOMT Vol. 53. No1 6-8. 2005

非補正： $Y=35.9+5.79X$ 、クレアチニン補正： $Y=49.2+1.90X$ 、非重補正： $Y=43.9+3.43X$

Yはt、t-ムコン酸、Xはベンゼンppb

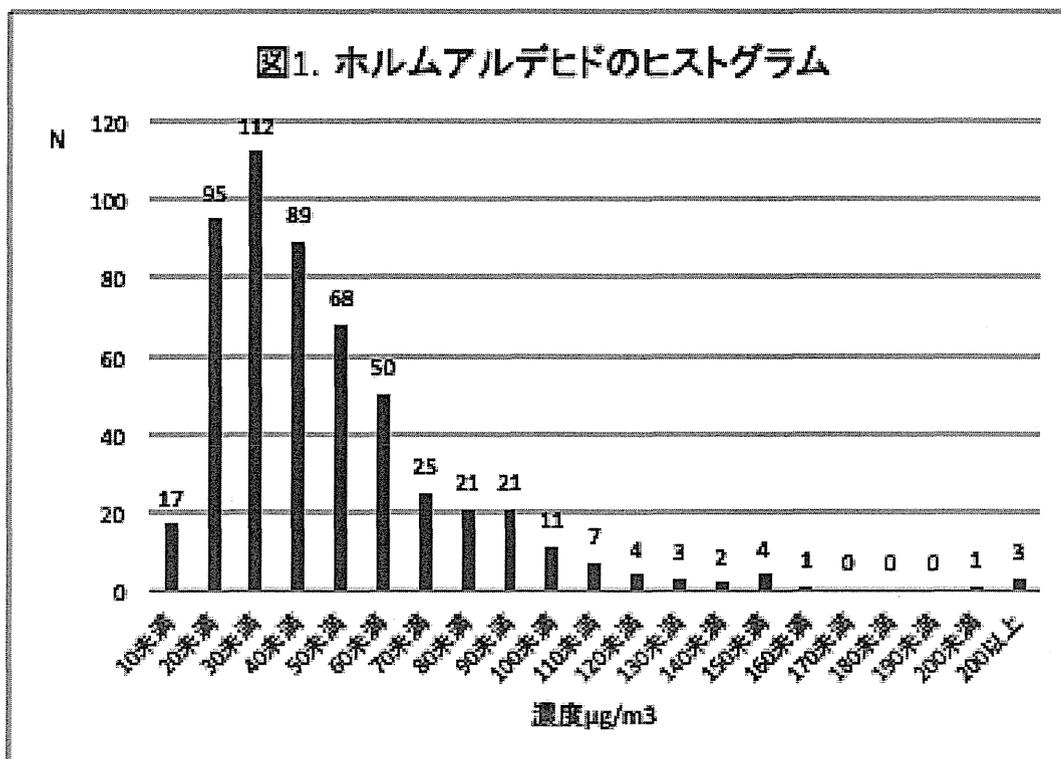


図2. A:パラジクロルベンゼンのヒストグラム100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満

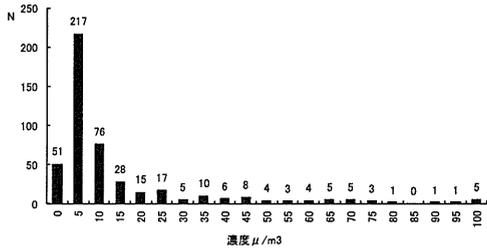


図2. B:パラジクロルベンゼンのヒストグラム100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上

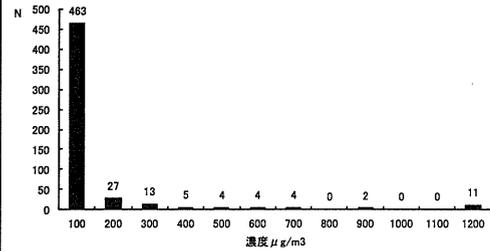


図3 エチルベンゼンとp/mキシレン

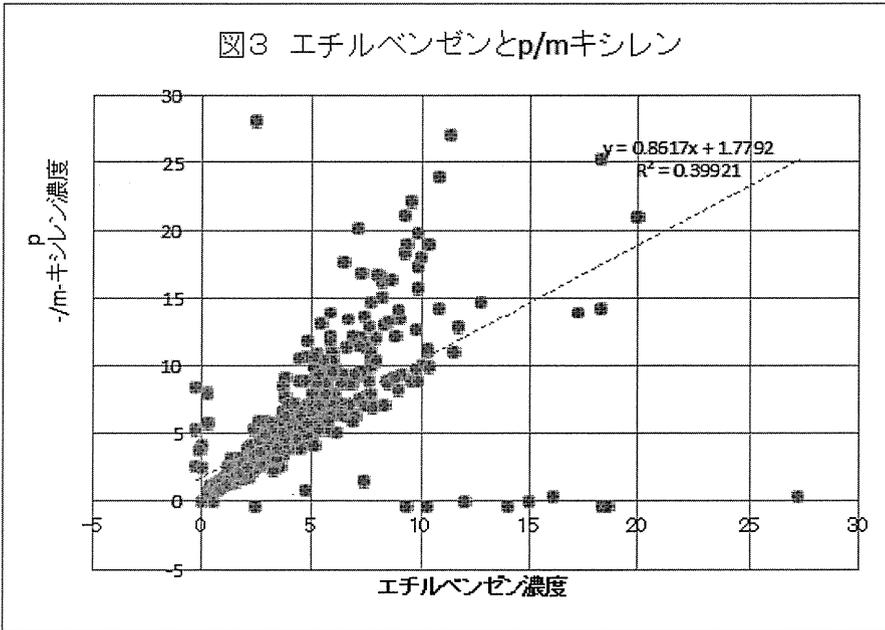
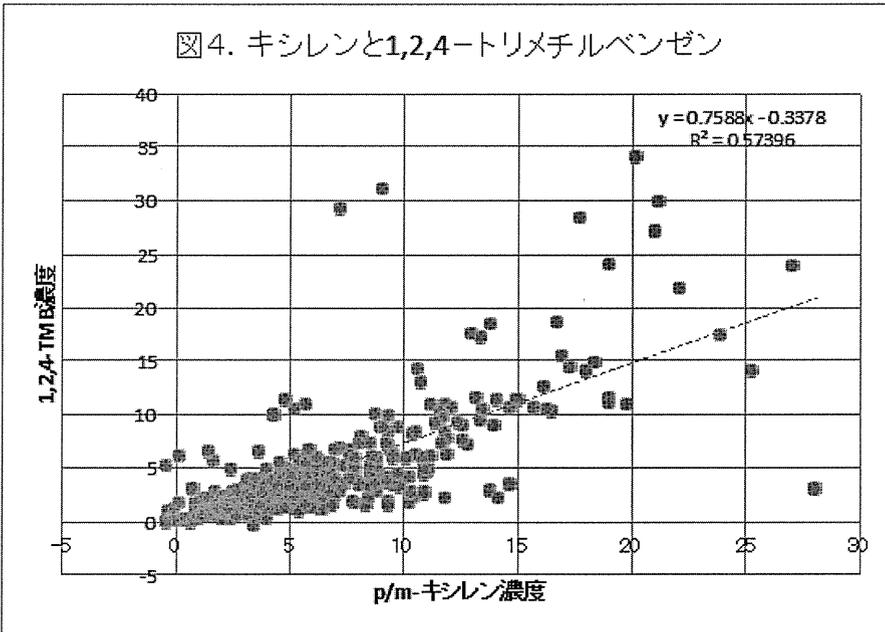


図4. キシレンと1,2,4-トリメチルベンゼン



刺激臭のする無色の可燃性液体で、水にほとんど溶解しない。
コールタールや原油に含まれており、工業的には、石油蒸留時にC9芳香族炭化水素から分離される。

図5. ノナンと1,2,4-トリメチルベンゼン

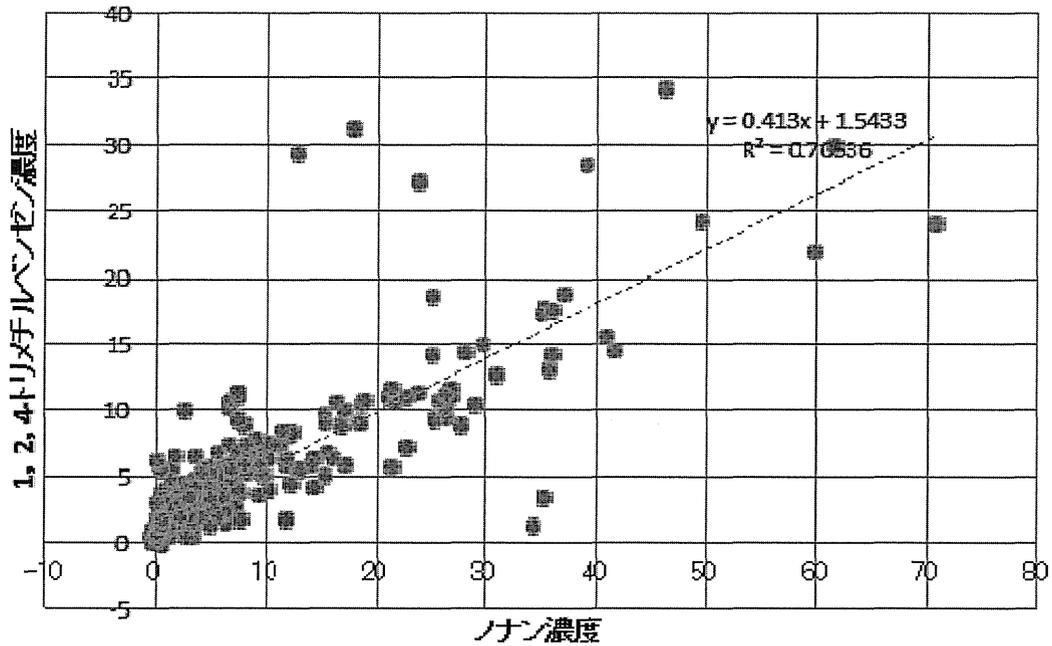
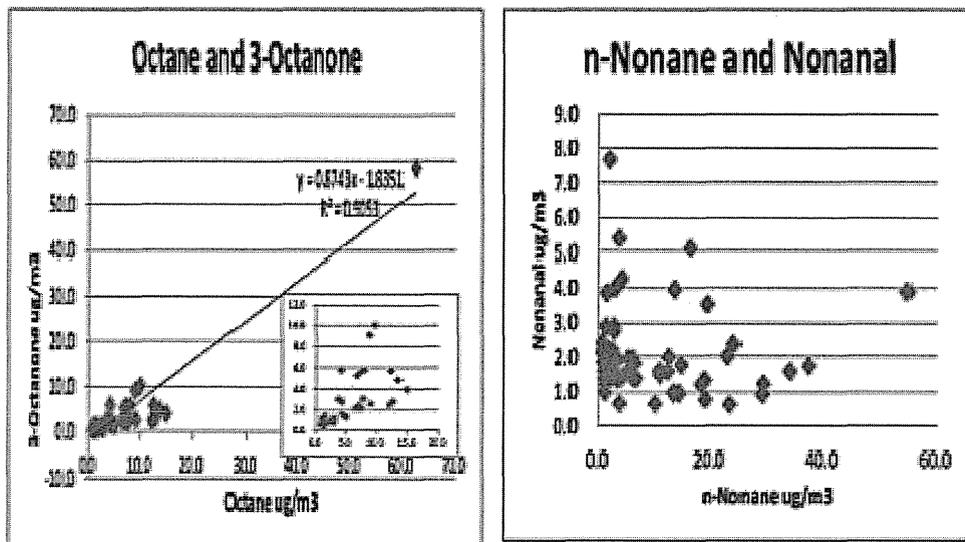
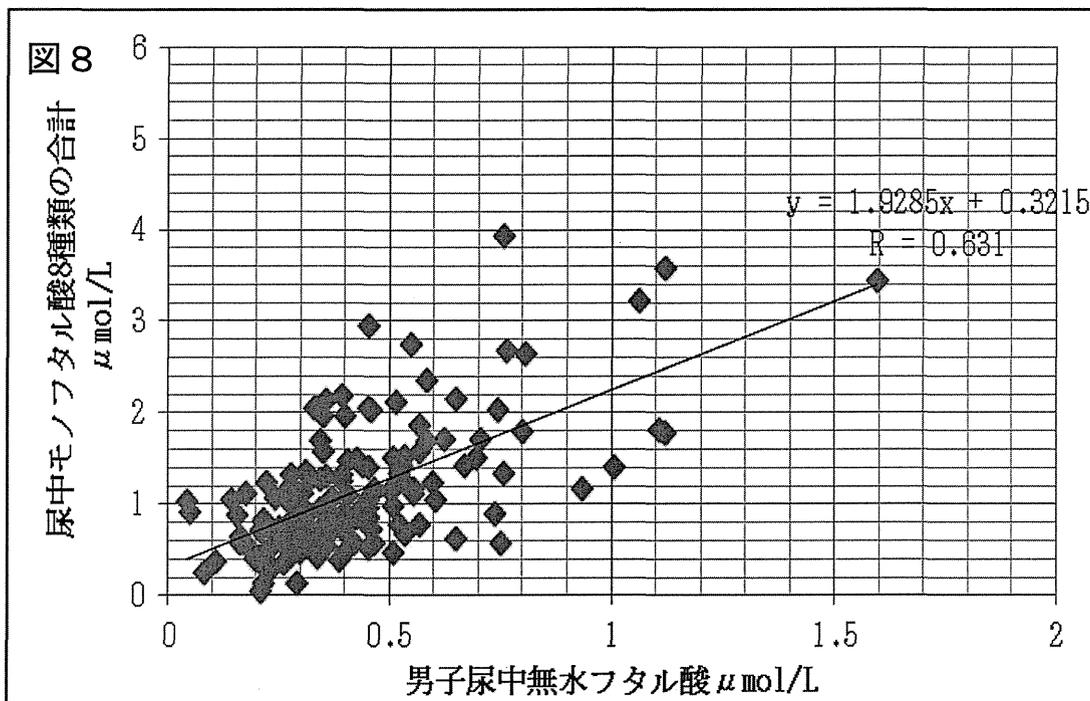
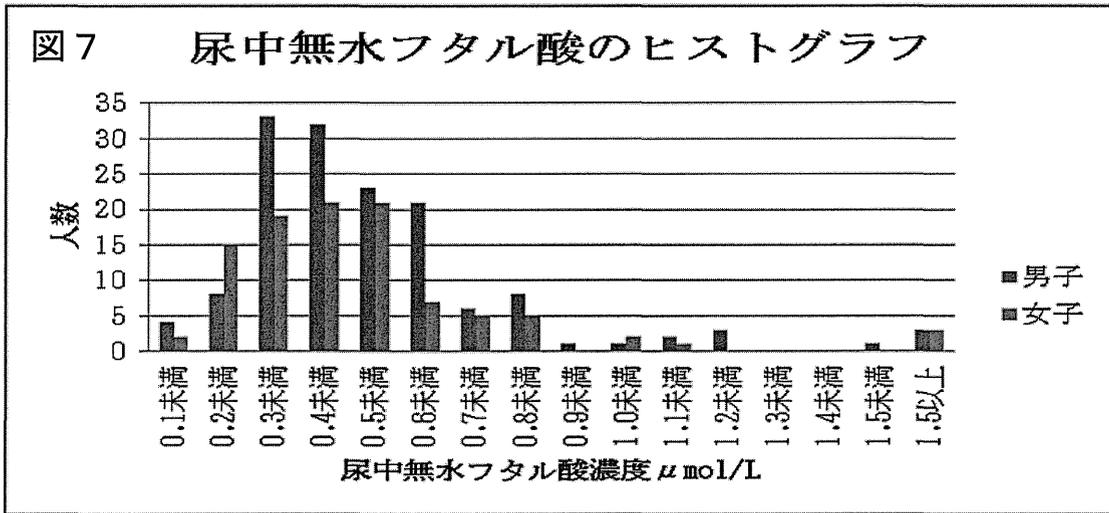


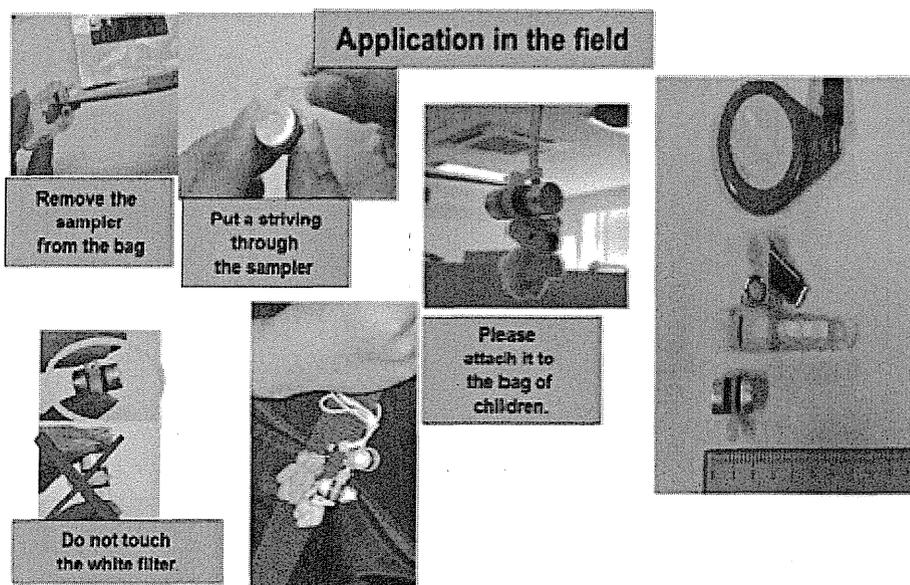
図6 MVOC放出には前駆体化学物質物質がある？





8種類は (2cx-MMHP, MEHP, 5oxo-MEHP, 5cx-MEHP, MiBP, MnBP, MBzP, MCPP)

写真 1



シックハウス症候群における生物学的要因の評価

研究分担者 西條 泰明 旭川医科大学健康科学講座 地域保健疫学分野 教授

研究要旨

シックハウス症候群における生物学的要因についてリスク評価を行う有用性を明らかにするため、近年のエビデンスをまとめ、今後のシックハウス対策の資料となることを目的としている。PubMed を用い、住居、学校等の特殊な職業曝露のない通常環境における生物要因の曝露評価とアウトカム評価を行うことにより、リスク評価が行われている研究について 2005/1/1-2014/11/25 に出版された論文のサーチを行い 25 論文が該当した。真菌については 14 論文が該当した。真菌をエアースンプラーで捕集し評価するものでは、*Aspergillus* や *Penicillium* がリスクの指標となる可能性が考えられた。MVOC については、各種の MVOC の濃度を元に Index を作成し喘息との誘因関連を報告や、MVOC の個別の成分について症状との関連が報告されており、曝露評価として有用な可能性がある。真菌曝露マーカーとしての(1,3)- β -D-glucan や Ergosterol はシックハウスの一般的な曝露評価としては意義があると言える段階ではないと考える。細菌については 11 論文が該当した。細菌をエアースンプラーで捕集評価するものは、現時点でリスク評価に有用とは考えにくい。細菌曝露マーカーとして Endotoxin, Extracellular polysaccharides (EPS)、Muramic acid (MuA)があるが、有意なアレルギーのリスク低下を報告するものがいくつかあり、総じてリスク評価として積極的に使用すべきかについては疑問が残る。ダニアレルゲンについては 3 論文で有意なオッズ比の上昇が報告され、5 論文で有意差なしと報告されているが、日本でも半定量測定による有用性が報告されている。

A. 研究目的

シックハウス症候群における生物学的要因についてリスク評価を行う有用性を明らかにするため、近年のエビデンスをまとめ、今後のシックハウス対策の資料となることを目的としている。

B. 研究方法

PubMed を用い、住居、学校等の特殊な職業曝露のない通常環境における生物要因の曝露評価とアウトカム評価を行うことにより、リスク評価が行われているものとした。以下の検索により 2005/1/1-2014/11/25

に出版された論文のサーチを行った。

Exposures: allergen, mold, micro-organisms, endotoxin, spores, antitoxins, glucans, mycotoxine, “microbial volatile organic compound”, mites, mite antigen, “Der p1”, “Der p2”, “Der f1”, pets, cats, “Fel d1”, dogs, “Can f1”.

Health effects: allergy, asthma, cough, wheeze, eczema, Sick Building, sick house

Environments: “indoor environment”, houses, buildings, dwellings, schools,

offices, day care centers, domestic.

550 論文がヒットし、アブストラクトからの抽出条件は

1) 生物指標とアレルギー、シックビル症状などのアウトカム評価を室内環境で行っているもの

2) アウトカムのリスク評価をコントロールとの対比（症状なしとの対比）をしているもの

3) 直近の自覚症状に結びつくもの（長期の評価生後と、数年後のアレルギー発症などは除く）

38 論文が抽出されたが、さらに呼吸機能やバイオマーカーのみで症状・疾患を扱わないもの、アレルギー患者といった疾患群のみが対象で無症状者のコントロールがないもの、曝露とアウトカム評価の間隔が7年以上あったもの、サブスタディーの報告で既存の報告と重なるもの、総説等を除き、25 論文について評価した。

また、医学中央雑誌では国内の環境曝露評価について検索した。上記の、exposure と health effect の掛け合わせに、抄録があり、原著論文、解説、総説、図説、Q&A に限定し、会議録を除いた同期間の論文は7件ヒットしたが、上記条件に合致する論文は認めなかった。

C. 研究結果

1) 真菌(Table 1)

14 論文が該当した。症状に関連するものが3論文¹⁻³⁾あり、Total では逆に有意にリスク低下となるものや、有意差を認めていないが^{1, 3)}、*Aspergillus* や *Basidiospor*、*Aspergillus* と *Penicillium* の合計が有意に喘息に関連するとの報告

があった¹⁾。

培養後の viable mold をカウントするもの^{2, 4-7)}5 論文のうち、Total viable mold は4論文で逆に有意にリスク低下であるか、有意差を認めていないが^{2, 4, 6, 7)}、1 論文で学校曝露が子供の喘息に関連していた⁵⁾。個別の真菌属ではシックビルディング症状に *Rhodotorula*、また眼の症状に *Aspergillus* が有意に関連していた⁶⁾。

学校における dust 中の真菌培養が頭痛（女兒のみ）や、集中困難に有意に関連するとの報告がある⁸⁾。さらに、近年、dust 中 DNA よりの評価が報告され *Aspergillus* や *Aspergillus* と *Penicillium* の合計の有意な関連が報告されている^{5, 9)}。

微生物由来の揮発性有機化合物（MVOC）は4論文あり^{3, 4, 10, 11)}、2 論文は各種の MVOC の濃度を元に Index を作成し喘息との有意の関連が報告されている^{10, 11)}。2 論文では個別の濃度と喘息等との関連が報告されている^{3, 4)}。

菌体成分による曝露評価として、(1,3)-β-D-glucan は3論文で、関連名なしが2論文^{12, 13)}、有意にリスク低下が1論文であった¹⁴⁾。一方、Ergosterol は1論文で喘息に有意に関連しているとしているが⁹⁾、1論文では有意な関連なしとしている¹⁵⁾。

2) 細菌(Table 2)

11 論文が該当した。エアサンプラーで捕集して、顕微鏡によるカウント、培養後の viable bacteria のカウントが呼吸器症状に有意にリスク低下であったことが学校の研究で報告されている³⁾。

曝露マーカーとして Endotoxin については、有意なオッズ比の上昇が 2 論文で報告されているが^{16, 17)}、有意にリスク低下、もしくは関連なしとするものも 6 論文認めている^{9, 12-14, 18, 19)}。Endotoxin の type 分けをした 3-hydroxy fatty acids (3-OH FA) についての報告もされているが、有意にリスク低下となっている^{9, 15)}。Extracellular polysaccharides (EPS) については、2 論文で有意にリスク低下となっている^{12, 14)}。Muramic acid (MuA) も 2 論文あるが有意にリスク低下か有意差無しであった^{9, 15)}。

3) ダニアレルゲン等(Table 3)

ダニアレルゲンについては 3 論文で有意なオッズ比の上昇が報告され^{6, 20, 21)}、5 論文で有意差なしと報告されている^{4, 9, 15, 19, 22)}。その他、cockroach のアレルゲンについて、1 論文で有意にリスク低下⁹⁾や 1 論文で有意差なしが報告されている²²⁾。

その他、cat アレルゲンに有意差なしとするもの 4 論文^{15, 19, 22, 23)}、dog allergen に関連なしが 3 論文^{15, 19, 22)}、mouse アレルゲンに関連無しが 1 論文で報告されている²²⁾。1 論文で学校において、cat と horse のアレルゲンに喘息等の呼吸器症状への有意のオッズ比の上昇が報告されている²⁴⁾。

D. 考察

1) 真菌

真菌については air sampler を用いる場合、Air 中の評価は、Spore 量として viable でない真菌を測定する方法と、培養して viable な真菌をカウントする方法があるが、total の量と症状について、検索した論文では関連を認めていない。また、dust 中の培養では、total が頭痛や集中困難のリス

クを上昇することが報告されたが、2005 年の報告の後はそのような報告を認めない。さらに dust 中の DNA からの評価が近年行われているが、これも total では有意な関連を認めていない。いずれにしても、total の真菌曝露量の評価では、症状との関連がはっきりしなかった。

真菌属で考える今回の検索した中では、Aspergillus や Penicillium が重要な可能性が考えられる。一方、喘息のメタアナリシスでは、Cladosporium, Alternaria, Aspergillus, Penicillium のいずれかの高曝露でリスクが 3.6～4.8% 上昇するとしており、そのなかでも Cladosporium, Alternaria, が単独解析で有意にリスクを上昇するとしている²⁵⁾。真菌の評価は、真菌属まで評価しなければならない可能性があるが、実用面では、専門の環境検査機関に依頼するなど手間はかかると考えられる。

MVOC については、各種の MVOC の濃度を元に Index を作成し喘息との誘因関連を報告や、MVOC の個別の成分について症状との関連が報告されており、曝露評価として有用な可能性がある。しかしながら、曝露評価としては研究室レベルと考えられ、一般には向かないと考えられる。

その他、真菌曝露マーカーとしての(1,3)- β -D-glucan は検索した中では 3 論文で関連名なしか有意にリスク低下となっており、子供の喘息やアレルギーと mold の総説でも、それまでの報告で有意なリスクの低下となることが多いこと、子供の早期の indoor microbial exposure の免疫系の影響が考えられている²⁶⁾。Ergosterol は 1 論文では関連なしで、1 論文で症状との有意な関連が報告されていた。以上から、これ

らのマーカーについてシックハウスのルーチンの曝露評価として意義があると言える段階ではないと考える。

2) 細菌

真菌と同様に細菌でも air sampler を用いる場合、Air 中の評価は、総量として viable でない細菌を含めて測定する方法と、培養して viable な細菌をカウントする方法があるが、total の量と症状について、検索した範囲では有意なリスク低下となる 1 論文を認めた。現時点では、有用なリスク評価とはならない可能性が高い。

その他、曝露マーカーとして Endotoxin、EPS、MuA があるが、はっきりとリスク評価に向いているとまで言えない状況と考える。EPS についても先の子供の喘息やアレルギーと mold の総説で、glucan と同様にそれまでの報告で有意なリスクの低下となることが多いこと、子供の早期の indoor microbial exposure の免疫系の影響が考えられている²⁶⁾。これらの評価も、専門の環境検査機関の依頼が必要で、Endotoxin の type 分けをした 3-hydroxy fatty acids (3-OH FA) や MuA などは、研究室レベルの測定となっており、シックハウスのルーチンの曝露評価として意義があると言える段階ではないと考える。

3) アレルゲン

特に横断研究では、高感受性や症状のある群が曝露を避ける行動をとることが考えられ、そのことが一貫した結果を認めないことになるのかもしれない。ダニアレルゲンについては日本から 2 件の報告を認めたが、1 つの論文には日本で開発された ELISA のキットによる測定が行われており²⁷⁾、ひとつの論文では半定

量評価法であるマイティチェッカー（住化エンビロサイエンス株式会社）が用いられている²⁸⁾。ELISA 法となれば、研究レベルか、環境の検査機関に依頼することが必要になる場合が多いと考えられるが、半定量評価法は学校保健の評価にも使われており²⁹⁾、さらにその場で比較的簡便に評価可能であるため、シックハウスのルーチンの評価としても使用できると考えられる。

E. 結論

検索した中では、評価方法として真菌をエアサンプラーで捕集し評価するものでは、Aspergillus や Penicillium がリスクの指標となる可能性が考えられた。MVOC については曝露評価として有用な可能性がある。真菌曝露マーカーとしての(1,3)- β -D-glucan や Ergosterol はシックハウスの一般的な曝露評価としては意義があると言える段階ではないと考える。細菌をエアサンプラーで捕集評価するものは、現時点でリスク評価に有用とは考えにくい。細菌曝露マーカーとして Endotoxin、EPS、MuA があるが、有意なアレルギーのリスク低下を報告するものがいくつかあり、総じてリスク評価として積極的に使用すべきかについては疑問が残る。ダニアレルゲンの測定については有用な可能性があり、日本でも半定量測定による有用性が報告されている。

参考文献

- 1) Chen CH, Chao HJ, Chan CC, et al. Current asthma in schoolchildren is related to fungal spores in

- classrooms. *Chest* 2014; 146(1):123-134.
- 2) Jones R, Recer GM, Hwang SA, et al. Association between indoor mold and asthma among children in Buffalo, New York. *Indoor Air* 2011; 21(2):156-164.
- 3) Kim JL, Elfman L, Mi Y, et al. Indoor molds, bacteria, microbial volatile organic compounds and plasticizers in schools--associations with asthma and respiratory symptoms in pupils. *Indoor Air* 2007; 17(2):153-163.
- 4) Araki A, Kanazawa A, Kawai T, et al. The relationship between exposure to microbial volatile organic compound and allergy prevalence in single-family homes. *Sci Total Environ* 2012; 423:18-26.
- 5) Simoni M, Cai GH, Norback D, et al. Total viable molds and fungal DNA in classrooms and association with respiratory health and pulmonary function of European schoolchildren. *Pediatr Allergy Immunol* 2011; 22(8):843-852.
- 6) Saijo Y, Kanazawa A, Araki A, et al. Relationships between mite allergen levels, mold concentrations, and sick building syndrome symptoms in newly built dwellings in Japan. *Indoor Air* 2011; 21(3):253-263.
- 7) Holme J, Hagerhed-Engman L, Mattsson J, et al. Culturable mold in indoor air and its association with moisture-related problems and asthma and allergy among Swedish children. *Indoor Air* 2010; 20(4):329-340.
- 8) Ebbehøj NE, Meyer HW, Wurtz H, et al. Molds in floor dust, building-related symptoms, and lung function among male and female schoolteachers. *Indoor Air* 2005; 15 Suppl 10:7-16.
- 9) Norback D, Markowicz P, Cai GH, et al. Endotoxin, ergosterol, fungal DNA and allergens in dust from schools in Johor Bahru, Malaysia--associations with asthma and respiratory infections in pupils. *PLoS One* 2014; 9(2):e88303.
- 10) Flamant-Hulin M, Annesi-Maesano I, Caillaud D. Relationships between molds and asthma suggesting non-allergic mechanisms. A rural-urban comparison. *Pediatr Allergy Immunol* 2013; 24(4):345-351.
- 11) Hulin M, Moularat S, Kirchner S, et al. Positive associations between respiratory outcomes and fungal index in rural inhabitants of a representative sample of French dwellings. *Int J Hyg Environ Health* 2013; 216(2):155-162.
- 12) Tischer C, Gehring U, Chen CM, et al. Respiratory health in children, and indoor exposure to (1,3)-beta-D-glucan, EPS mould

- components and endotoxin. *Eur Respir J* 2011; 37(5):1050-1059.
- 13) Schram-Bijkerk D, Doekes G, Douwes J, et al. Bacterial and fungal agents in house dust and wheeze in children: the PARSIFAL study. *Clin Exp Allergy* 2005; 35(10):1272-1278.
- 14) Karadag B, Ege MJ, Scheynius A, et al. Environmental determinants of atopic eczema phenotypes in relation to asthma and atopic sensitization. *Allergy* 2007; 62(12):1387-1393.
- 15) Zhao Z, Sebastian A, Larsson L, et al. Asthmatic symptoms among pupils in relation to microbial dust exposure in schools in Taiyuan, China. *Pediatr Allergy Immunol* 2008; 19(5):455-465.
- 16) Moniruzzaman S, Hagerhed Engman L, James P, et al. Levels of endotoxin in 390 Swedish homes: determinants and the risk for respiratory symptoms in children. *Int J Environ Health Res* 2012; 22(1):22-36.
- 17) Gillespie J, Wickens K, Siebers R, et al. Endotoxin exposure, wheezing, and rash in infancy in a New Zealand birth cohort. *J Allergy Clin Immunol* 2006; 118(6):1265-1270.
- 18) Lawson JA, Dosman JA, Rennie DC, et al. Endotoxin as a determinant of asthma and wheeze among rural dwelling children and adolescents: a case-control study. *BMC Pulm Med* 2012; 12:56.
- 19) El-Sharif N, Douwes J, Hoet P, et al. Childhood asthma and indoor aeroallergens and endotoxin in Palestine: a case-control study. *J Asthma* 2006; 43(3):241-247.
- 20) Jeedrychowski W, Maugeri U, Zembala M, et al. Risk of wheezing associated with house-dust mite allergens and indoor air quality among three-year-old children. Krakow inner city study. *Int J Occup Med Environ Health* 2007; 20(2):117-126.
- 21) Miyake Y, Ohya Y, Tanaka K, et al. Home environment and suspected atopic eczema in Japanese infants: the Osaka Maternal and Child Health Study. *Pediatr Allergy Immunol* 2007; 18(5):425-432.
- 22) Diette GB, Hansel NN, Buckley TJ, et al. Home indoor pollutant exposures among inner-city children with and without asthma. *Environ Health Perspect* 2007; 115(11):1665-1669.
- 23) Gunnbjornsdottir MI, Norback D, Bjornsson E, et al. Indoor environment in three North European cities in relationship to atopy and respiratory symptoms. *Clin Respir J* 2009; 3(2):85-94.
- 24) Kim JL, Elfman L, Mi Y, et al. Current asthma and respiratory symptoms among pupils in relation

- to dietary factors and allergens in the school environment. *Indoor Air* 2005; 15(3):170-182.
- 25) Sharpe RA, Bearman N, Thornton CR, et al. Indoor fungal diversity and asthma: A meta-analysis and systematic review of risk factors. *J Allergy Clin Immunol* 2014.
- 26) Tischer C, Chen CM, Heinrich J. Association between domestic mould and mould components, and asthma and allergy in children: a systematic review. *Eur Respir J* 2011; 38(4):812-824.
- 27) 近藤 正, 嶋田 貴, 中原 啓, et al. ヒョウヒダニ主要抗原 Der p1/Der f1 量測定 ELISA キットの開発. *医療と検査機器・試薬* 2007; 30(2):199-203.
- 28) Saijo Y, Nakagi Y, Sugioka Y, et al. Comparative study of simple semiquantitative dust mite allergen tests. *Environ Health Prev Med* 2007; 12(5):187-192.
- 29) 杉下 順. 【学校環境における空気環境・臭気の問題】 学校教室の空気・温熱環境と健康問題. *におい・かおり環境学会誌* 2006; 37(4):234-241.

Table 1

Author	Year	Nation	Setting	Participants	Design	Out come	Exposure	Main result
Norback D	2014	Malaysia	8 schools 32 classrooms	462 pupils (grade 2)	Cross sectional	Daytimebreathlessness Doctor's diagnosed asthma Above all	Aspergillus versicolor DNA (dust) Stachybotrys chartarum DNA (dust) Ergosterol (Dust : GC/MS/MS) Total fungal DNA (dust)	OR 1.20 (1.07-1.36) (100 CE/g dust) OR 0.78 (0.64-0.97) (1 CE/g dus) OR 1.12 (1.01-1.26) (1 mg/g dust) n.s.
Chen CH	2014	Taiwan	44 schools 246 classrooms	6-15 yr 6346	Cross sectional	Current asthma asthma with symptoms reduced on holidays or weekends	Aspergillus and Penicillium (Air: glycerin-jelly stain and microscopy) Basidiospores (Air: glycerin-jelly stain and microscopy) Aspergillus and Penicillium (Air: glycerin-jelly stain and microscopy) Basidiospores (Air: glycerin-jelly stain and microscopy)	OR1.28 (1.02-1.60) (log 10) OR1.27 (1.01-1.59)(log 10) OR1.28 (1.01-1.62) (log 10) OR1.44 (1.06-1.94)(log 10)
Flamant-Hulin M	2013	France	Dwellings (living room)	Children (case 28, control	case-control	Current asthma	Fungal index based on MVOC (passeive: GC/MS)	OR 3.38 (1.16-9.90)
Hulin M	2013	France	Dwellings (bed room)	431(>15 yr)	Cross sectional	Current asthma Chronic bronchitis-like symptoms	Fungal index based on MVOC (passeive: GC/MS)	Rural OR 2.95 (1.10-7.95) (urban, periurban (-)) Rural OR 3.35 (1.33-8.48) (urban, periurban (-))
Araki A	2012	Japan	182 Dwellings (living room)	609	Cross sectional	Atopic dermatitis allergic rhinitis conjunctivitis Above all	2-hexanone(passive, GC/MS) 1-octen-3-ol (passive, GC/MS) 1-pentanol (passive, GC/MS) 2-hexanone(passive, GC/MS) 1-octen-3-ol (passive, GC/MS) 1-octen-3-ol (passive, GC/MS) Total fungi (Air, cultivate)	OR 2.71 (1.07-6.84)(log 10) OR 2.64 (1.12-6.20)(log 10) OR 1.81 (1.08-3.05)(log 10) OR 2.38 (1.07-5.27)(log 10) OR 4.10 (1.71-9.80)(log 10) OR 3.54 (1.17-10.7)(log 10) Significantly portective ORs
Simoni M	2011	5 EU countries	21 schools 46 classrooms	654 school (mean 10 y)	Cross sectional	Wheeze Dry cough at night Rhinitis Cough	Aspergillus and Penicillium DNA(dust) Viable mold (air, cultivate) Viable mold (air, cultivate) Aspergillus versicolor DNA (dust) Viable mold (air, cultivate) Aspergillus versicolor DNA (dust)	OR 2.14 (1.05-4.36) (100 CE/g dust) OR 2.88 (1.441-5.88) (log cfu/m3) OR2.59 (1.45-4.62) (log cfu/m3) OR 1.75 (1.18-2.6) (100 CE/g dust) OR3.60 (2.17-6.00) (log cfu/m3) OR 1.75 (1.17-2.62) (100 CE/g dust)
Saijo Y	2011	Japan	425 dwellings (living room)	1479	Cross sectional	Sick-building symptoms Skin symptoms Eye symptoms Throat and respiratory syptoms	Rhodotorula (air, cultivate) Eurotium (air, cultivate) Aspergillus (air, cultivate) Total CFU (air, cultivate)	OR 1.68 (1.09-2.58) (log cfu/m3) OR 0.09 (0.01-0.66) (log cfu/m3) OR 2.38 (1.29-4.39) (log cfu/m3) OR 0.55 (0.15-0.85) (log cfu/m3)
Jones R	2011	USA	99 dwelings(living room)	50 case (children) 49 controls	case control	Asthm	Viable mold (air, cultivate) Total spore (ari, microscopic)	n.s. n.s.
Tischer C	2011	Germany Netherland	358 dwellings 338 dwellings	358 children 338 children	nested case-control (exposure: 5yr) (outcome: 6yr)	Physician-diagnosed asthma (6 yr) allergic rhinitis	(1,3)-β-D-glucan (living room dust: EIA)	n.s. n.s.
Holme J,	2010	Sweden	400 dwellings	198 asthmatic children 202 control	nested case-control	Doctor-diagnosed asthma/allergy	Total CFU (air, cultivate) Each genus CFU (air, cultivate)	n.s. n.s.
Zhao Z	2008	China	10 schools 46 classes	1993 pupils (11-15 yr)	Cross sectional	Wheeze Daytime breathlessness	Ergosterol (Dust : GC/MS/MS) Ergosterol (Dust : GC/MS/MS)	n.s. n.s.
Karadag B	2007	5 EU countries	853 dwellings	853 children	Cross	Doctor s diagnosis of asthma associated atopic eczema	(1,3)-β-D-glucan(matress dust: EIA)	OR 0.75 (0.57-0.98) (log transformed)
Kim JL	2007	Sweden	8 schools 23 classes	1014 pupils	Cross sectional	Wheeze Nocturnal breathlessness Doctor-diagnosed asthma	Total mold (Air, microscopy) MVOC 14 type(passive, GC/MS) MVOC 14 type(passive, GC/MS) MVOC 14 type(passive, GC/MS)	OR 0.98 (0.96-1.00) (103/m3) 3-Octanone (+) 9 type2 and total (+) 2 types and total (+)
Schram-Bijkerk D	2005	5 EU countries	711 dwellings	711 children	Cross sectional	Wheeze	(1,3)-β-D-glucan (matress and living room dust: EIA)	n.s. (protective before full adjusmtment)
Ebbehoj NE	2005	Denmark	15 public school	522 teachers	Cross sectional	Headache (female) Concentraion problems (female)	Mold (floor dust, cultivate: CFU/g*hour) Mold (floor dust, cultivate: CFU/g*hour)	OR 4.7 (1.3-17.7) (high vs. low: 3 grade) OR 11.2 (1.4-90.1) (high vs. low: 3 grade)

OR: odds ratio

Table 2

Author	Year	Nation	Setting	Participants	Design	Out come	Exposure	Main result
Norback D	2014	Malaysia	8 schools 32 classrooms	462 pupils (grade 2)	Cross sectional	Wheeze Daytimebreathlessness Night-time breathlessness Respiratory infection last 3 months Each symptoms	C10 3-OH FA (Dust : GC/MS/MS) C16 3-OH FA (Dust : GC/MS/MS) C16 3-OH FA (Dust : GC/MS/MS) C14 3-OH FA (Dust : GC/MS/MS) Endotoxin (Dust : sum of 3-OH, GC/MS/MS) MuA (Dust:GC/MS/MS)	OR 0.54 (0.36–0.82) (10 nmol/g dust) OR 0.80 (0.68–0.93) (10 nmol/g dust) OR 0.87 (0.59–0.98) (10 nmol/g dust) OR 1.18 (1.07–1.30) (10 nmol/g dust) OR 0.78 (0.68–0.90) (10 nmol/g dust) n.s.
Jacobs JH	2013	Netherland	10 schools	Case 66 Control 103	case control	Asthma	Endotoxin (mattress dust: LAL)	OR 1.06 (0.98-1.15) (School, interquartile range increase) OR 1.09 (0.96-1.24) (home, interquartile range increase)
Lawson JA	2012	Canada	Dwellings	children 6–18 yr (case 102, control 208)	case-control	Current asthma	Endotoxin (floor dust: LAL)	<12 yr OR 0.44 (0.20-0.98) (log-transforming) ≥12 yr OR 0.18 (0.42-3.31) (log-transforming)
Moniruzzam	2012	Sweden	390 dwellings	196case (at least 2: asthma, rhinitis, eczema) 202 control children	Cross sectional	At least 2: asthma, rhinitis, eczema Asthma Eczema Above all	Endotoxin (bedroom dust: LAL) Endotoxin (bedroom dust: LAL) Endotoxin (bedroom dust: LAL) Endotoxin (living room dust: LAL)	OR 2.00 (p=0.022: 4th vs. 1st quartile) OR 2.31 (p=0.016: 4th vs. 1st quartile) OR 2.26 (p=0.024: 4th vs. 1st quartile) n.s.
Tischer C	2011	Germany Netherland	358 dwellings 338 dwellings	358 children 338 children	nested case-control (exposure: 5yr) (outcome: 6yr)	Physician-diagnosed asthma (6 yr) allergic rhinitis	EPS (mattress dust:ELISA) Endotoxin (mattress dust: LAL) EPS (mattress dust:ELISA)	OR 0.60 (0.32-0.92) (Germany) OR 0.55 (0.31-0.97) (Germany) OR 0.50 (0.31-0.81) (Germany) Netherland: n.s
Zhao Z	2008	China	10 schools 46 classes	1993 pupils (11- 15 yr)	Cross sectional	Wheezing Daytime breathlessness	MuA (Dust:GC/MS/MS) C10 3-OH FA (Dust:GC/MS/MS) MuA (Dust:GC/MS/MS) Endotoxin (Dust:GC/MS/MS) C10 3-OH FA (Dust:GC/MS/MS) C12 3-OH FA (Dust:GC/MS/MS)	OR 0.49 (0.29-0.85) (10 g/g) OR 0.31 (0.13–0.71) (10 nmol/sample) OR 0.62 (0.46–0.84) (10 g/g) OR 1.27 (1.04–1.54) (10 nmol/sample) OR 0.52 (0.33–0.8) (10 nmol/sample) OR 0.80 (0.69–0.92) (10 nmol/sample)
Karadag B	2007	5 EU countries	853 dwellings	853 children	Cross sectional	Current symptoms of asthma associated atopic eczema	Endotoxin (mattress dust: LAL) EPS (mattress dust:EIA)	OR 0.73 (0.57-0.94) (log transformed) n.s.
Kim JL	2007	Sweden	8 schools 23 classes	1014 pupils	Cross sectional	Nocturnal breathlessness Doctor-diagnosed asthma	Viable bacteria (air, cultivate) Total bacteria (air, microscopic) Viable bacteria (air, cultivate)	OR 0.92 (0.87–0.98) (102/m3) OR 0.98 (0.96-1.00) (102/m3) OR 0.97 (0.94–1.00) (102/m3)
Gillespie J	2006	New Zealand	881 dwellings	881 children	Cohort	Wheezing (15m)	Endotoxin (bedroom dust 3m: LAL)	OR 1.54 (1.03-2.30) (4th vs. 1st quartile)
El-Sharif N	2006	Palestine	172 dwellings	Case 110 (6-12 yr)	case control		Endotoxin (mattress and living room dust: LAL)	n.s.
Schram-Bijk	2005	5 EU countries	711 dwellings	711 children	Cross sectional	Wheeze	Endotoxin (mattress and living room dust: LAL) EPS (mattress and living room dust: EIA)	n.s. (protective before full adjusmtment) n.s. (protective before full adjusmtment)

OR: odds ratio

3-OH FA: 3-hydroxy fatty acids, MuA: muramic acid, EPS: extracellular polysaccharides

GC/MS/MS: gas chromatography-tandem mass spectrometry

LAL: kinetic chromogenic Limulus ameocyte lysate assay

Table 3

Author	Year	Nation	Setting	Participants	Design	Out come	Exposure	Main result
Norback D	2014	Malaysia	8 schools 32 classrooms	462 pupils (grade 2)	Cross sectional	Doctor's diagnosed asthma	Per a 1 + Bla G 1 (Dust: ELISA) Der p 1, Der f 1, Der m 1	OR 0.91 (0.83-0.99) (100 ng/g dust) n.s.
Araki A	2012	Japan	182 Dwellings (living room)	609	Cross sectional	Allergy	Der 1 (dust, ELISA)	n.s.
Saijo Y	2011	Japan	425 dwellings (living room)	1479	Cross sectional	Nose symptoms	Der 1 (dust, ELISA)	OR 1.47 (1.14-1.88) (log µg/g dust)
Gunnbjorns dottir MI	2009	Iceland, Sweden, Estonia	129 dwellings	129	Cross sectional	Asthma symptoms	Fel d 1(matress, ELISA) Der 1 (matress, ELISA)	OR 1.06 (0.87-1.30) (log µg/g dust) n.s.
Zhao Z	2008	China	10 schools 46 classes	1993 pupils (11-15 yr)	Cross sectional	Wheezing Daytime breathlessness	Fel d 1, Can f 1 (Dust: ELISA)	n.s.
Diette GB	2007	USA	300 dwellings	150 asthmatic children 150 control	Cross sectional	Asthma	Fel d 1, Can f 1, Bla g 1, Der p 1, Der f 1, and Mus m 1(matress and bedding, ELISA)	n.s.
Jeedrychow ski W	2007	Poland	275 dwellings	275 children (3 yr)	Cross-sectinal	Reported wheezing days over the last 6 months	Der 1 (total: matress, bedroom and kitchen, ELISA)	IRR 1.84 (1.45-2.34) (>2.0 µg/g)
Miyake Y	2007	Japan	856 dwellings	856 infants	Cross sectional	Suspected atopic eczema (questionnaire)	Mite allergen (bedcloths dust, Mitey checke-rsemiquantitative)	Parental allegy (+): OR 4.95 (1.35-17.57) (++) vs. -) Parental allegy (-): OR 3.43 (1.17-9.37) (++) vs. -)
El-Sharif N	2006	Palestine	172 dwellings	Case 110 (6-12 yr) Control 62	case control	Wheeze	Der p1, Fel d1, Can f1 (matress and living room dust: ELISA)	n.s.
Kim JL	2005	Sweden	8 schools 23 classes	1014 pupils	Cross sectional	Wheeze Daytime breathlessness Current asthma	Can f 1 amount per sample (dust, ELISA) Equ cx concentration in dust (dust, ELISA) Equ cx amount per sample(dust, ELISA) Can f 1 amount per sample (dust, ELISA) Equ cx amount per sample (dust, ELISA) Equ cx concentration in dust (dust, ELISA) Equ cx amount per sample (dust, ELISA)	OR 1.94 (1.01-3.75) (µg of allergen per sample) OR 1.14 (1.00-1.31) (1000 U of allergen/g dust) OR 1.26 (1.01-1.57) (1000 U per sample) OR 2.51 (1.08-5.85) (µg of allergen per sample) OR 1.31 (1.01-1.70) (1000 U per sample) OR 1.17 (1.00-1.37) (1000 U of allergen/g dust) OR 1.30 (1.00-1.68) (1000 U per sample)

OR: odds ratio

Der p 1, Der f 1 Der m 1: mite allergens; Fel d 1: cat allergen; Can f 1: dog allergen; Per a 1, Bla g 1: cockroach allergen; Mus m 1: mouse allergen; Equ cx: horse allergen

微小粒子状物質（PM_{2.5}）、総揮発性有機化合物（TVOC）を指標とした室内の受動喫煙曝露

研究分担者 大和 浩 産業医科大学 産業生態科学研究所 健康開発科学研究室 教授

研究要旨

受動喫煙はシックハウス症候群の一因と考えられているが、2009年に出版された「シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル」には、屋内や建物周囲で喫煙がおこなわれた場合の受動喫煙（2次喫煙）の曝露指標に関する記載が十分には行われていない。本研究では、同居者が喫煙した場合に曝露される受動喫煙の曝露濃度、および、離れた場所であっても喫煙室を使用した場合でも、衣類から発生するガス状物質（残留タバコ成分、3次喫煙）による影響が発生しうることについて検討を行った。

A. 研究目的

2009年、保健所などで一般市民への相談や対応等に用いるための「シックハウス症候群に関する相談と対策マニュアル（以下、マニュアル）」が発行された。しかし、シックハウス症候群の原因の一つとして粉じんの曝露、特に、受動喫煙の曝露が指摘されているが、マニュアルには、どのような状況で、どの程度の受動喫煙の曝露が発生するのか、どのような対策が必要であるのか、についての記載が不十分であった。今回、建物の内外で喫煙した場合の受動喫煙の曝露に関して、マニュアルの更新を想定した情報のとりまとめ、および、新たな測定を行った。

B. 研究方法

タバコの燃焼により発生する粒子状物質、および、ガス状物質の測定方法を以下の機器を用いて行った。

1) 微小粒子状物質（PM_{2.5}）

TSI社製のデジタル粉じん計 Sidepak AM510を用いて、タバコから発生する粒子径が2.5 μ m以下の微小粒子状物質（PM_{2.5}）の測定を行った。換算係数は0.295を用いた（Lee

K, et al. J Environ Health, 70, 24-30, 2008）。

一部の測定は、柴田科学社製のデジタル粉じん計 LD3Kで粒子径が10 μ m以下の浮遊粉じん濃度の測定を行い、質量濃度換算係数は0.8(mg/m³)/cpmを用いた。

2) 総揮発性有機化合物（Total Volatile Organic Compounds: TVOC）

Figaro 技研株式会社製 パーソナル TVOC モニタ FTVR-01を用いた。

（倫理面への配慮）

建物内、および、建物周囲における環境中の粒子状物質、および、ガス状物質の濃度測定に関する研究であり、倫理的な問題は発生しない。

C. 研究結果および考察

①喫煙が行われている室内、および、その隣室での受動喫煙

6畳の部屋で1本の喫煙をした場合のPM_{2.5}濃度は600~700 μ g/m³に達した。これは、大気汚染がひどい日の北京市のPM_{2.5}の曝露状況に相当する（資料1）。昨今、子どもが居る茶