

between selected indoor volatile organic compounds, so-called microbial VOC, and the prevalence of mucous membrane symptoms in single family homes, Sci Total Environ, 408(10), 2208-2215, 2010.

- 12) A. Araki et.al. : The relationship between exposure to microbial volatile organic compound and allergy prevalence in single family homes, Sci Total Environ, 423, 18-26, 2012.
- 13) B. Sahlberg et.al. : Airborne molds and bacteria, microbial volatile organic compounds (MVOC), plasticizers and formaldehyde in dwellings in three North European cities in relation to sick building syndrome (SBS), Sci Total Environ., 444, 433-40, 2013.

シックハウス症候群の
診断基準の検証に関する研究

III. 巻末参考資料

平成26年2月27日(木)・国立保健医療科学院 4階 4-1教室
平成25年度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推進事業)
成果発表会

課題番号 H25-健危-一般-008

研究課題:

「シックハウス症候群の診断基準の検証に関する研究」

研究代表者 坂部 貢
(東海大学医学部 教授)

シックハウス症候群(SHS)の臨床分類

	化学物質による中毒症状
1型	中毒が起きた後に、当該症状以外にも多様な症状が出現した。 中毒の原因物質が同定された。 中毒のために受診した。主として急性中毒であった。
	化学物質曝露の可能性が大きい
2型	狭義のSHSとする (定義) (診断基準)
	化学物質曝露は考えにくく、心理・精神的関与が考えられる
3型	1, 2, 4型でないもの。 明らかな精神疾患を持つ。心理的要因が強く作用していると考えられる。 他人から受診を勧められたり、健診目的での受診。
	アレルギー疾患や他の疾患による症状
4型	アレルギーの既往歴があり、当該疾患が新築・改築・改装などを契機に悪化した。 アレルゲンが同定されている。特異的IgEが高値。

平成18年～22年:地域健康危機管理研究

(Miyajima.et.al 2009)

1. 研究目的

シックハウス症候群は、化学物質の**中毒学的な見地**(量-反応関係)から患者の病態を説明することが困難な場合が多い。

皮膚・粘膜刺激症状、気道過敏症状等に加え、身体表現性自律神経機能障害、不安障害等の**精神・神経症状を認める**場合も少なくない。

よって**精神医学的、心理学的アプローチも含む脳科学的・神経科学的な視点**から、診断基準の項目の重み付けを行い、診断基準の精度を高め、さらに診断基準に基づく狭義のシックハウス症候群の実態把握に基づき、医療機関に受診する**多様な患者集団に対する診療上の混乱を是正し**、本症候群に対する**行政的対策、医学的対策について提言**することを目的とした。

平成25年度 研究体制

	氏名	所属
代表者	坂部 貢	東海大学医学部 生体構造機能学領域
分担者	角田 正史	北里大学医学部衛生学
同	宮島 江里子	北里大学医学部衛生学
同	松田 哲	玉川大学脳科学研究所
同	高野 裕久	京都大学大学院工学研究科環境衛生学講座
同	田辺 新一	早稲田大学創造理工学部建築学科

SHSの臨床分類の検証:

SHS外来を有する専門医療機関への受診者のうち、1型～4型患者はそれぞれどの程度か、SHS2型(狭義のSHS)や他の臨床分類型のうちの化学物質不耐性を持つ症例はどの程度か等について、実態を把握する。

[対象者]

改正建築基準法施行～2013年に臨床環境医学の専門病院(6病院)を受診したSHS患者501人*

男性 124人 (平均年齢 41.1歳)

女性 377人 (平均年齢 44.2歳)

* 研究継続中であり、今年度報告書の対象患者数とは異なる

対象者の臨床診断

SHS臨床分類	人(%)
1型	6 (1.2)
2型	304 (60.7)
3型	86 (17.2)
4型	38 (7.6)
上記以外	67 (13.4)
	[うちMCS 17(3.4)]
合計	501

MCS:いわゆる化学物質過敏症

主治医のSHS臨床診断と化学物質不耐性

	化学物質不耐性 n(%)		
	高度(40点以上)	40点未満	合計
1型	2(33.3)	4(66.7)	6(100)
2型	187(61.5)	117(38.5)	304(100)
3型	56(65.9)	29(34.1)	85(100)
4型	14(37.8)	23(62.2)	37(100)
CS	15(88.2)	2(11.8)	17(100)
SHS以外	29(60.4)	19(39.6)	48(100)
合計	303(61.0)	194(39.0)	497(100)

(化学物質不耐性の10項目の評価全てを満たさなかった4人を除外し、497人分の集計とした)

考察

- ・ 受診者のうち、SHS臨床分類2型が最も多く約6割であり、次いで3型が多かった。
- ・ 約13%がSHS臨床分類には当てはまらず(またはSHSとは診断されず)、全体の3.4%がいわゆる化学物質過敏症(MCS)と診断されていた。
- ・ 受診者の約6割が化学物質不耐性が高度と考えられた。診断別で見ると、MCSにおける割合が最も多く(88.2%)、次いで、SHS3型(65.9%)、次いでSHS2型(61.5%)の順であった。
- ・ SHS(特に3型や2型)患者の中に、MCSがオーバーラップしている症例が存在すると考えられた。

結論

SHS専門外来にはSHS、MCSまたは双方がオーバーラップしている症例が受診していることが示唆され、臨床分類、診断基準の標準化に更なる検討が必要であることがわかった。

2014年5月

平成25年度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)
「シックハウス症候群の診断基準の検証に関する研究」
情報提供

シックハウス症候群の症状と化学物質・臭気との関係の考察



千葉大学予防医学センター
瀬戸 博、中岡宏子、戸高恵美子、森 千里

背景 臭気に着目！

SHSの症状など室内空気環境による健康影響の訴えがあるとき、同時に**臭気(におい)**を訴える事例が多い

臭気(におい)：

健康影響と関連することが疑われる

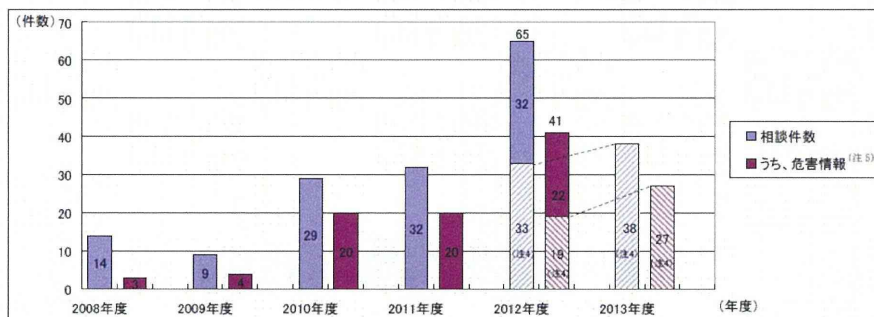
- * 「よいにおい」「悪臭」：主観的
強さ、頻度、時間によってはよいにおいも悪臭となる
- * 個人差や嗜好性、慣れによる影響が大きい
- * 客観的に数値化されていないため評価が困難

悪臭防止法による規制

- 特定悪臭物質の濃度による規制
- 臭気指数による規制

2013年9月 国民生活センター発表の内容

図1. 「柔軟仕上げ剤のにおい」に関する相談の年度別の推移



(注4) 斜線部分は当該年度の8月31日までの登録分であり、2013年度分を2012年度の同時期の件数と比較をしています。

(注5) 「危害情報」とは、商品・役務・設備に関して、身体にけが、病気等の疾病(危害)を受けたという相談のことです。

2012年度の相談件数は65件、うち危害情報は41件、
体調不良、悪心、咳が止まらないなどの訴えが増加傾向にある

目 的

1. 室内空気中の臭気を数値化する
2. 室内空気中のTVOCとSHS症状との関係を調査する
3. 室内空気中の臭気とSHS症状との関係を調査する
4. 臭気を用いた新しい室内空気質の評価方法を確立する

方法① 実験場所

実験場所： 千葉大学内 13か所

(ケミレスタウン 12か所・西千葉キャンパス 1か所)

ケミレスタウン

大学のキャンパスの中にVOCをできるだけ低減することを目指して建設されたモデルタウン

コンセプト:

環境改善型予防医学
環境ユニバーサルデザイン



- Nakaoka et al : Chemiless Town project to prevent sick building syndrome: from the view of the environmental preventive medicine using sustainable health town by decreasing the use of chemicals: The 6th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation in Buildings 2007, 541-547.
- Nakaoka et al : An attempt to spread the concept of sustainable health science with environmental universal design for future generations, Proc Wrlld Acad Sci E 2009 , 54:133-135.

方法② 室内空気測定・分析 1

・ 捕集場所: ケミレスタウン実験棟内居室
西千葉キャンパス居室

・ 捕集期間: 2007年3月～2011年11月

・ 捕集方法: 24時間アクティブ法

・ 捕集管 : Carbotrap 317 (VOC) (Supelco)
LpDNPH S10L (アルデヒド) (Supelco)

・ 測定方法: 厚生労働省通知
「室内空气中化学物質の室内濃度指針値及び標準的測定方法等について」に準拠

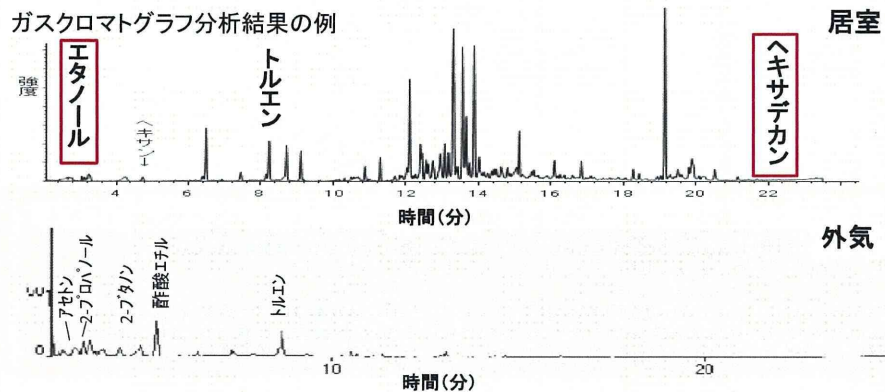


空気捕集風景

方法 ② 室内空気測定・分析 2

Σ VOC (Sum of Volatile Organic Compounds)
総揮発性有機化合物

トルエン換算TVOC (エタノールからヘキサデカン)
+
ホルムアルデヒド・アセトアルデヒド・アクロレイン



方法 ③ 臭気の数値化 1

臭気を数値化する方法

臭気閾値比 OTR (Odour Threshold Ratio) の開発

$$\text{OTR} = \frac{\text{化学物質濃度}(\mu\text{g}/\text{m}^3)}{\text{嗅覚閾値}(\mu\text{g}/\text{m}^3)}$$

- * 室内空気中の化学物質濃度をその嗅覚閾値で除したもの
- * OTRが大きくなればなるほど臭気が強い

TOTR (Total Odour Threshold Ratio) 総臭気閾値比
— OTRの総和

Nakaoka et al : Total odor threshold ratio can be a new method to evaluate indoor air quality. Jpn J Clin Eco 2011.

(日本臨床環境医学会 2011年 優秀原著論文賞 受賞)

方法③ 臭気の数値化 2

嗅覚閾値

嗅覚でにおいを感知できる最小濃度（検知閾値）

三点比較式臭袋法により算出

- ・環境省HP参照
http://www.env.go.jp/en/air/odor/measure/02_3_2.pdf
- ・本研究のために新たに11種類算出 計64物質のデータ

OTR・TOTRの算出

空气中化学物質濃度を測定し、そのデータから各居室のOTRおよびTOTRを算出

物質名	嗅覚閾値 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: 25°C・101.3kPa	
	ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
イソドデカン	4.5	31000
(+)-3-カレン	0.022	120
1, 2, 3-トリメチルベンゼン	0.033	160
p-シメン	0.018	99
トリデカン	0.12	910
テキサノール	0.15	1300
テトラデカン	0.41	3300
ベンズアルデヒド	0.0060	27
2-(2-メトキシエトキシ)エタノール	0.31	1500
2-(2-エトキシエトキシ)エタノール	0.24	1300
クロロエタン	1500	4000000

方法④ 体感評価実験

被験者：健康なボランティア 218人（女性：134人 男性84人）
場所：ケミレスタウン内居室・西千葉キャンパス内居室 13か所
方法：

1. 体感評価の説明・インフォームドコンセント
2. 化学物質への感受性を調べるためのQEESI問診実施
3. 指定の居室に15分滞在（20分の休憩、その後別の居室に滞在）
4. 滞在中、または退出後に質問票の記入
主な質問
* 臭気強度（0から5までの6段階）
* 症状（0から10までの11段階）



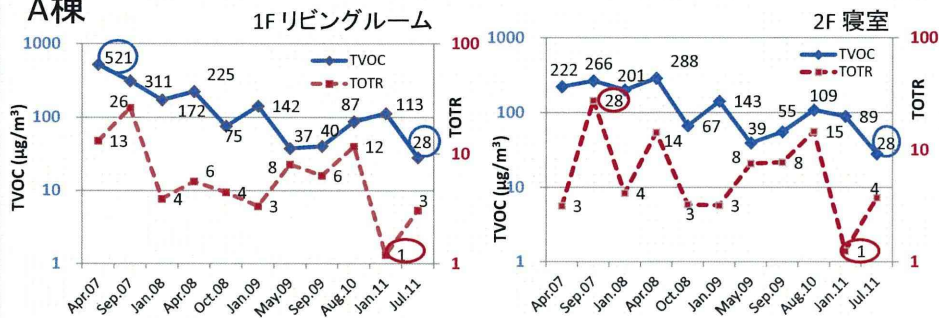
休憩中の風景

SBS症状：① 体感評価試験をする前には何も症状がみられない
② 症状の質問票で「3」以上の点

QEESI：化学物質への感受性を測るための問診票
感受性高低のグループ分けはHojo et al.(2009)のカットオフ値に準拠

結果① TVOCとTOTR 1

A棟

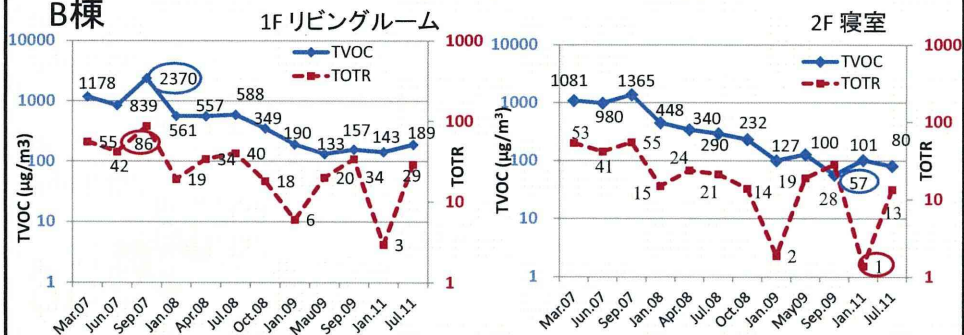


建築構造と主な内装材

構造材	軽量鉄骨構造2階建
内装材	天井・壁：石膏 床：フローリング(栗材)
その他	オールステンレスキッチンユニット チャンバー試験済の内装材

結果① TVOCとTOTR 2

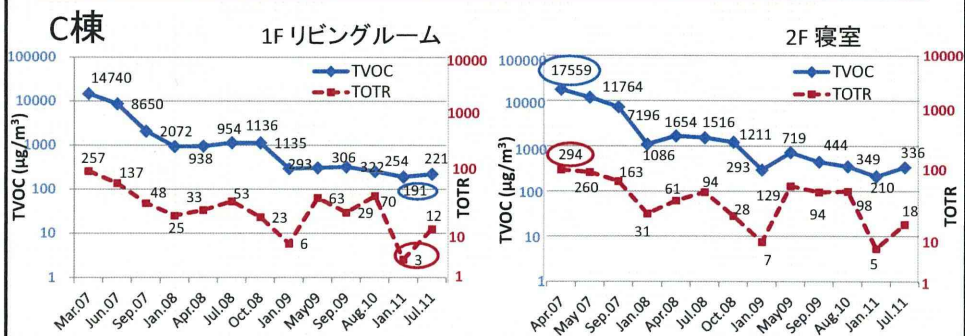
B棟



建築構造と主な内装材

構造材	2×4 構造2階建
内装材	壁：光触媒壁 床：フローリング(熱処理済木材)
その他	光触媒換気システム 防ダニカーペット

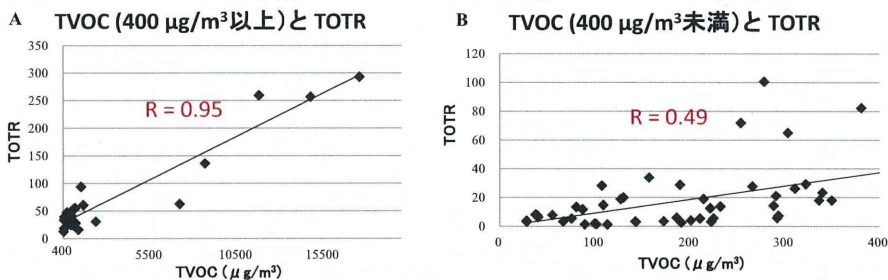
結果 ① TVOCとTOTR 3



建築構造と主な内装材

構造材	在来木造軸組 2階建
内装材	壁：シラス(火山噴出物) 壁材 床：フローリング(杉)

結果 ① TVOCとTOTR 4



検出された濃度の高い化学物質

- VOC:** テルペン類
 リモネン・α-ピネン
ケトン類
 アセトン・2-ブタノン
炭化水素
 トルエン・p-シメン
- OTR:** アルデヒド類
 オクタナール・ヘキサナール
テルペン類
 リモネン・α-ピネン

ランク	VOC		OTR	
	化学物質	濃度 (μg/m³)	化学物質	OTR
1	リモネン	4460	オクタナール	85
2	α-ピネン	4030	ヘキサナール	69
3	p-シメン	2560	デカナール	66
4	カンフェン	2560	α-ピネン	40
5	3-カレン	1190	ノナナール	27
6	トリシクレン	804	p-シメン	26
7	アセトン	244	アセトアルデヒド	26
8	エチルベンゼン	159	プロパナール	23
9	2-ブタノン	115	リモネン	21
10	トルエン	90	ペンタナール	21

結果 ② 体感評価実験

環境要因・被験者の特性とSHS症状の関係

	症状有 (n=80)	症状無 (n=138)	P
温度 [°C, 平均±SD]	19.9±3.6	20.2±3.4	0.69
湿度 [% , 平均±SD]	55.5±9.4	55.1±9.1	0.14
換気回数 [r/h, 平均±SD]	1.3±0.7	1.2±0.7	0.21
性別 [女性 (%)]	54 (67.5%)	80 (58.0%)	0.21
年齢 [歳, 平均±SD]	40±10.4	37±12.4	0.09
喫煙 [人数 (%)]	1 (1.3%)	8 (5.8%)	0.12
感受性高 [人数 (%)]	52 (65.0%)	25 (18.1%)	<0.001

SD: 標準偏差

結果 ③ TVOCとSBS症状

TVOC とSHS症状との関係

① TVOCを四分位で
1から4のカテゴリーに
分ける

1 (37-110)
2 (220-270)
3 (430-840)
4 (980-12000)
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

②すべての人、感受性の
高い人、低い人の群と
SBS症状との関係を調査

TVOC カテゴリー	オッズ比 (95% CI)			
	1	2	3	4
TVOC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	37-110	220-270	430-840	980-12000
全員	1	2.14 (0.87-5.27)	2.60 (1.13-6.02)*	3.12 (1.25-7.81)*
感受性 高	1	3.02 (0.75-12.21)	3.90 (1.06-14.33)*	7.33 (1.58-33.96)*
感受性 低	1	1.64 (0.49-5.47)	1.93 (0.64-5.78)	1.71 (0.51-5.75)

全被験者 : カテゴリー-3, 4 (TVOC 約400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上) で有意差
 感受性高 : カテゴリー-3, 4 (TVOC 約400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上) で有意差
 感受性低 : すべてのカテゴリーで有意差なし

結果 ④ 臭気とSBS症状

TOTRとSHS症状との関係

① TOTRを四分位で
1から4のカテゴリーに
分ける

1 (0.2-3.2)
2 (9.6-13.0)
3 (13.2-41.5)
4 (41.7-260.0)

② すべての人、感受性の
高い人、低い人の群と
SBS症状との関係を調査

TOTR カテゴリー	オッズ比 (95% CI)			
	1	2	3	4
TOTR	0.2-3.2	9.6-13.0	13.2-41.5	41.7-260.0
全員	1	1.77 (0.72-4.35)	2.33 (0.95-5.73)	3.34 (1.30-8.59)*
感受性 高	1	1.71 (0.44-6.63)	3.89 (0.94-16.11)	4.57 (1.03-20.35)*
感受性 低	1	1.82 (0.55-6.05)	1.63 (0.51-5.17)	2.68 (0.78-9.16)

全被験者 : カテゴリー4 (TOTR約40以上)で有意差
 感受性 高 : カテゴリー4 (TOTR約40以上)で有意差
 感受性 低 : すべてのカテゴリーで有意差なし

まとめ

- ・ 限定された住宅の経年変化とボランティアを観察対象としてSHSとTVOC及びTOTRの関連性を調べた
- ・ TVOCはおおよそ400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上、TOTRは40以上の場合、有意にSHSの症状と関係がみられた
- ・ 化学物質に対して感受性の高い群は、SHS症状との関係が有意であった

H. Nakaoka et.al.: Correlating the symptoms of sick-building syndrome to indoor VOCs concentration levels and odour, *Indoor and Built Environ.*, 1420326X13500975, first published on August 28, 2013.

アレルギーの臨床 34, 2014 *in press*

職業性環境要因とシックハウス症候群・化学物質過敏症

Meaning of Environmental Factors Influencing Work-Related Sick House Syndrome and Multiple Chemical Hypersensitivity.

- 1) 東海大学大学院医学研究科先端医科学専攻・生体構造機能学領域
- 2) 北里大学北里研究所病院・臨床環境医学センター
- 3) 東海大学大学院医学研究科先端医科学専攻・分子生命科学
- 4) 東海大学総合医学研究所

坂部 貢(さかべ こう)¹⁾²⁾・寺山隼人(てらやまはやと)¹⁾・
金沢輝久(かなざわ てるひさ)¹⁾・木村 穰(きむらみのる)³⁾⁴⁾

Key words: シックハウス(ビル)症候群, 化学物質過敏症, 職業性環境因子, 未規制化合物

シックハウス(シックビルディング)症候群, 化学物質過敏症は, 発症要因の多様性に加えて, 発症時の症状や重篤度が多岐にわたっており, 診断方法が確立されているとは言えない状況である。しかしながら, 一般生活環境に加え, 職域におけるシックハウス(シックビルディング)症候群あるいは化学物質過敏症状を訴える労働者が存在することは明らかであり, 対応する産業医・企業によって患者である労働者への適切な対応が望まれている。そこで本稿では, シックハウス(シックビルディング)症候群・化学物質過敏症の発症に関わる職業性環境因子の関与について解説した。化学物質を扱う作業環境でのホルムアルデヒド濃度は, 未だ高い状態が継続しており, ホルムアルデヒドを含有する原料を使用する集成材製造業, 接着剤製造業で作業場所や作業内容によって衛生上の問題となりうる0.25ppmを超える値が認められている。さらに, 一般住居環境、職域における環境を問わず, 厚生労働省が示す室内空気質に関するガイドライン値の示されている化合物以外のいわゆる代替化合物による健康障害も重要視されている。よって, このような空気質環境における適切な健康障害予防システムの構築が望まれる。

A. はじめに

室内空気汚染などにより居住者に多彩な体調不良が生じる症状を総称して「シックハウス（シックビルディング）症候群」と呼んでいる¹⁾。化学物質による毒性学的見地からは未だ未解明な部分が多く、その要因として建材、建材関連品および家具・日用品等から放散する揮発性有機化合物（VOCs）*、暖房等の燃焼ガス等々、発症には様々な複合要因が関連していると考えられている。症状としては、眼・鼻・喉の刺激症状をはじめ皮膚の紅斑・掻痒感、易疲労感、頭痛、集中力の低下、めまい、吐き気等、多彩な非特異的症状を示す²⁾。

一方、化学物質過敏症（以下 MCS）は、シックハウス（シックビルディング）症候群（以下 SBS）に見られるような特定の居住空間だけではなく、生活環境中の極めて微量な化学物質に過敏に反応して、自律神経症状、精神神経症状を中心とした、多臓器にまたがる多彩な非特異的症状が誘発されることが特徴である。このMCSの診断には、1999年の”Multiple chemical sensitivity: A 1999 consensus”³⁾が便利であるとされている。多彩な症状を説明し得る他の器質的疾患が除外されていることが大前提であるが、以

下の6項目からなっている。

- ① 慢性の経過をたどる
- ② 再現性をもって症状が出現する
- ③ 微量な化学物質に反応を示す
- ④ 関連性のない多種類の化学物質に反応を示す
- ⑤ 原因物質の除去で症状は改善される
- ⑥ 症状は複数の器官、臓器にまたがる

本邦では、石川ら⁴⁾によって紹介され、その後、彼のグループをはじめ国内外の多くの研究者・臨床家が病態解明・診断治療に関する報告を行っているが⁵⁾⁶⁾⁷⁾、SBSのような臨床分類⁸⁾は存在せず、標準化された診断基準・診断ガイドラインの作成・確立までには至っていない。しかしながら、一般生活環境に加え、職域においてもMCS症状を訴える労働者が存在することは明らかであるにも関わらず、その病態解明が未だ進展していないために、対応する産業医・企

業によって患者である労働者への対応は大きく異なっているのが実状である。そこで本稿では、SBS・MCSの発症に関わる職業性環境因子の関与について解説する。

1. 職域におけるシックハウス症候群（シックビルディング症候群 SBS）

職場における室内空気汚染による健康障害の代表的なものとして、SBSがあげられるが、MCS発症契機の一つとして臨床的に重要である。職場の新築ビルへの移転、IT環境整備に伴うリフォーム等に使用された建築材料および建築材料関連品によるケースが重要である。職場であっても通常の事務作業場としてのオフィスや会議室等は、一般住宅と同様、厚生労働省によって定められている13種類の室内空気汚染物質（表-1）⁹⁾をガイドライン値以下に保つ努力が建築側にも企業側にも要求されているため、13種の化学物質がガイドライン値を大幅に超過する状況は、近年ほとんど見られなくなっている。しかしながら、これら13種の化学物質の代替化合物として使用されるようになった新規化合物によるものと考えられるSBSが知られている。齋藤ら¹⁰⁾は、最近の室内で比較的高い濃度で検出された物質として、ジクロロメタン、メチルシクロヘキサン、2-ブタノン（メチルエチルケトン）等をリストアップしている。一方、建築材料および建築材料関連品から放散する前述のVOCsに加え、作業者の業種に係るSBS関連化学物質にも注意が必要である。SBS症状を呈する作業環境として問題となりうる可能性のある業種として、これまでメラミン樹脂塗料製造、塗料製造を除く化学品製造、プリント回路銅めっき、プリント回路を除く無電解銅メッキ、ガラス短繊維製造、ロックウール製造、ガソリンスタンド業、クリーニング業、集成材製造業、接着剤製造業、合成ゴム製造業などの調査がなされている¹¹⁾。

- 1) メラミン樹脂を用いて塗料を製造する作業工程：

メラミン樹脂は、メラミンとホルムアルデヒドとを反応させてえられる熱硬化性樹脂で、わずかで

はあるがホルムアルデヒドを含有する。製造作業工程中の原料仕込みまたは分散後にメラミン樹脂を投入する作業が行われ、この時のホルムアルデヒド曝露が問題となる。

2) 塗料以外の化学品製造作業工程：

これまでの調査では、ホルムアルデヒドまたはパラホルムアルデヒドを用いて化学製品を製造する作業工程においてSBS症状に関連する健康リスク調査が行われている。

3) プリント回路銅めっき作業工程：

プリント回路基板への無電解銅めっき作業工程では、銅箔を圧着した基盤に貫通孔を形成し、無電解銅めっきを行って通電する工程を経ることなしに樹脂の表面にごく薄い銅の皮膜を形成させるが、その作業工程の中で、ホルムアルデヒドが使用される。

4) 無電解銅めっき作業工程：

プラスチック製品に対するめっき方法である。プラスチックを表面処理によって金属化し高級感を与える装飾的なものと、プラスチック樹脂の劣化防止目的で使用されるものがある。主な作業工程は、プリント回路銅めっき作業工程とほぼ同様で、ホルムアルデヒド曝露が問題となる。

5) ガラス短繊維製造作業工程：

ガラス繊維どうしをバインダー液により接合するが、このバインダー液にフェノール樹脂を用いている。フェノール樹脂は、フェノールとホルムアルデヒドに触媒等を用いて反応させて得られるため、ここでもホルムアルデヒド曝露が問題となる。

6) ロックウール製造作業工程：

ガラス短繊維製造工程とほぼ同様である。上記1)～6)の作業工程において、一部を除きその大部分において、特定作業場におけるホルムアルデヒドの指針値濃度である0.25 ppmは下回る状況であったが、厚生労働省が定める室内空気質のガイドライン値である

0.08 ppm以下を維持するのは作業の性質上困難な状況であるとされている。

7) ガソリンスタンド業：

ホルムアルデヒドは、多くの測定場所で0.08 ppm未満であり、厚生労働省ガイドライン値の遵守というレベルでは問題とはならないが、給油作業場付近において、トルエンが同ガイドライン値である0.07ppmを超える場所の報告が見られている。トルエンの検出は、ガソリン、軽油等の含有成分に依存したものと考えられている。

8) クリーニング業：

ホルムアルデヒドについては、測定対象となった事業場のすべてで厚生労働省ガイドライン値未満であり、リスクは低いと判断されたが、トルエンについては、石油系ドライクリーニング作業場付近でガイドライン値を超える事業場の存在が確認されている。キシレンについてもトルエンと同様の放散挙動を認めている。

8) 集成材製造業：

調査対象となったすべての事業場で、ホルムアルデヒドを含有した接着剤を使用しており、ホルムアルデヒドはこれらすべての事業場において、特定作業場の指針値0.25ppm以上の高い値が認められている。

9) 接着剤製造業：

ホルムアルデヒドを主原料とするため、調査対象となった事業場は、0.25ppmを超える値を認めている。トルエンについても反応釜への原料投入時の作業場で、厚生労働省ガイドライン値の0.07ppmを超える値が測定されている。

10) 合成ゴム製造業：

ホルムアルデヒド、トルエンをはじめ、ガイドライン値の遵守という意味で問題となる事業場はなかったとされている。

2. ホルムアルデヒド-ヘモグロビン付加体 (Fab-Hb) 測定の意義

基礎医学教育において人体解剖学実習は極めて重要な実習科目の一つで

あり、医育機関においては、すべての医学生が履修しなければ医師にはなれない。しかし、実習期間は約6か月にも及ぶため、ご遺体の防腐処置は必須作業であり、一般的にこの処置に用いられるのが4%ホルムアルデヒド水溶液(10%ホルマリン)である。よって、その曝露を長期間受けることになる医学生、担当指導教員の中には、少なからず眼・喉の刺激感や頭痛、元来のアレルギー症状の悪化などのSBS症状を訴えるケースも存在する。そこで松井ら¹²⁾は、血中のホルムアルデヒド-ヘモグロビン付加体(Fab-Hb)を弱陽イオン交換カラムを用いたHPLC法を用いる定量測定法を開発し、ホルムアルデヒド個人曝露量の推計を試みている。職域におけるホルムアルデヒド個人曝露量の客観的指標として期待されている。

3. 呼気中化学物質の測定による曝露評価

シックハウス(シックビルディングSBS)症状、MCS症状を訴える化学物質不耐性集団(高感受性集団)に対して、呼気中の化学物質濃度を測定し、健康影響評価を行うことが水越ら¹³⁾によって提案されている。健常者ならびに化学物質不耐性を有する被験者から呼気を約1.0L採取し、加熱脱着ガスクロマトグラフ質量分析計にて6種類の揮発性有機化合物を測定している。測定対象とした化合物は、ベンゼン、パラジクロロベンゼン、イソプレン、リモネン、トルエンの5種である。それぞれ健常者の値に比して化学物質不耐性を有する群では高い傾向が認められ、このうちトルエン濃度は健常者に対して約2倍の高値を示した。以上のことから、呼気中のVOCsを測定することは、作業環境の生体影響の評価に今後役立つものと思われる。

おわりに

シックハウス(シックビルディング)症候群SBS、化学物質過敏症MCSは、発症要因の多様性に加えて、発症時の症状や重篤度が多岐にわたっており、診断方法が確立されているとは言えない状況である。しかしながら、一般生活環境に加え、職域におけるSBSあるいはMCS症状を訴える労働者が存在すること

は明らかであり、対応する産業医・企業によって患者である労働者への適切な対応が望まれている。そこで本稿では、SBS・MCSの発症に関わる職業性環境因子の関与について解説した。

室内空気汚染物質の中でもホルムアルデヒド濃度は、2002年における改正建築基準法の施行以後、新築住宅・リフォーム住宅では減少傾向にあり、表-1の厚生労働省による室内空気質に関するガイドライン値0.08ppmを超過する家屋は少なくなった。しかし化学物質を扱う作業環境でのホルムアルデヒド濃度は、未だ高い状態が継続している。ホルムアルデヒドを含有する原料を使用する集成材製造業、接着剤製造業で作業場所や作業内容によって中毒症状が問題となるレベルまでは到達しないまでも、衛生上の問題となりうる0.25ppmを超える値が認められている。特に集成材製造作業場所では、5ppmを超える値も確認されている。よって、このような労働環境における適切な換気システムの構築、作業方法の改善が望まれる。また、一般住居環境、職域を問わず、厚生労働省ガイドライン値の示されている13種の化学物質の代替化合物として使用されるようになった新規化合物によるものと考えられる健康障害も報告されている。このような理由から、2012年度より「シックハウス(室内空気汚染)問題検討会」が厚生労働省により10数年ぶりに立ち上げられ、新しいガイドライン値の設定について検討が続けられている。

なお本稿では、平成25年度環境省委託研究「環境中の微量化学物質による健康影響に関する調査研究業務(研究代表者:坂部 貢)、平成25年度厚生労働科学研究費補助金「シックハウス症候群の診断基準の検証に関する研究」(H25-健危-一般-008, 研究代表者:坂部 貢)ならびに平成25年度文部科学研究費補助金・基盤研究(C)「化学物質過敏症を訴える集団における微量化学物質影響のリアルタイムモニタリング」(25340050, 研究代表者:坂部 貢)で行われている研究成果の一部を紹介している。

*揮発性有機化合物(Volatile Organic Compounds; VOCs)は、揮発性を有し、大気中で気体状となる有機化合物の総称。具体的な成分として、塗料、

印刷用インク, 接着剤, 洗浄剤, ガソリン, シンナーなどに含まれるトルエン, キシレンなどが代表的な物質

文 献

- 1) Randolph TG: Ecologic mental illness: psychiatry exteriorized. J. Lab. Clin. Med. 54:936, 1959
- 2) Cullen MR: The worker with multiple chemical sensitivities: an overview. Occup. Med.:State of the Art Rev. 2:655-661, 1987
- 3) Editorial: Multiple chemical sensitivity: A 1999 consensus. Arch. Environ. Health 54(3):147-149, 1999
- 4) 石川 哲ら: 化学物質過敏症 診断基準について. 日本医事新報 3857:25-29, 1998
- 5) Meggs WJ: Mechanisms of allergy and chemical sensitivity. Toxicol. Indust. Health, 15:331-338, 1999
- 6) Yasunari Matsuzaka et al: Association study between sick building syndrome and polymorphisms of seven human detoxification genes in the Japanese. Environ. Toxicol. Pharmacol. 29:190-194, 2010
- 7) Kenichi Azuma et al: Changes in cerebral blood flow during olfactory stimulation in patients with multiple chemical sensitivity: A multi-channel near-infrared spectroscopic study. PLoS One 8(11):1-8, 2013
- 8) 宮島江里子ら: 狭義シックハウス症候群診断基準の検討. 臨床環境医学 20(1):32-39, 2011
- 9) 厚生労働省「室内濃度指針値一覧表」. <http://www.nihs.go.jp/mhlw/chemical/situnai/hyou.html>
- 10) 齋藤育江ら: 未規制物質による室内空気汚染の現状. 臨床環境医学 21(1):57-65, 2012
- 11) 職域におけるシックハウス対策報告書. 中央労働災害防止協会・労働衛生調査分析センター編. 2005
- 12) 松井康人ら: 医学部解剖実習生におけるホルムアルデヒド-ヘモグロビン付加体測定. 臨床環境医学 15(1):50-57, 2006
- 13) 水越厚史ら: 化学物質不耐症患者の呼気中化学物質の測定による健康影響に関する研究. 臨床環境医学 15(1):58-63, 2006

表 - 1 厚生労働省「室内濃度ガイドライン値」

1996年から厚生省(当時)によりホルムアルデヒドに関する全国調査が開始され,シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会により,1997年から2002年にかけて室内汚染物質13種について室内濃度ガイドライン値が定められた

揮発性有機化合物	室内濃度ガイドライン値	設定日
ホルムアルデヒド	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08 ppm)	1997.6.13
アセトアルデヒド	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03 ppm)	2002.1.22
トルエン	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppm)	2000.6.26
キシレン	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20 ppm)	2000.6.26
エチルベンゼン	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88 ppm)	2000.12.15
スチレン	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)	2000.12.15