

## 化学物質過敏症に関する研究

－発症者の反応化学物質と上越市立小学校児童1万名のCS関連症状調査－

杉田 収<sup>1)</sup>, 中川 泉<sup>1)</sup>, 飯吉令枝<sup>1)</sup>, 斉藤智子<sup>1)</sup>, 小林恵子<sup>1)</sup>, 佐々木美佐子<sup>1)</sup>,  
室岡耕次<sup>2)</sup>, 坂本ちか子<sup>3)</sup>, 杉田靖子<sup>4)</sup>, 曾田耕一<sup>5)</sup>, 濁川明男<sup>6)</sup>

1) 新潟県立看護大学, 2) ハート1級建築士事務所, 3) 坂本 CITY 設計室, 4) 福祉住環境  
コーディネーター, 5) 上越地域学校教育支援センター, 6) 上越教育大学

## Studies on Chemical Sensitivity:

Chemical Substances which Derive Biological Reactions and Questionnaire survey for  
Chemical Sensitivity to Over 10,000 Primary Schoolchildren in Joetsu City

Osamu Sugita<sup>1)</sup>, Izumi Nakagawa<sup>1)</sup>, Yoshie Iiyoshi<sup>1)</sup>, Tomoko Saito<sup>1)</sup>, Keiko Kobayashi<sup>1)</sup>,  
Misako Sasaki<sup>1)</sup>, Koji Murooka<sup>2)</sup>, Chikako Sakamoto<sup>3)</sup>, Yasuko Sugita<sup>4)</sup>, Kouichi Soda<sup>5)</sup>  
and Akio Nigorikawa<sup>6)</sup>

1) Niigata College of Nursing 2) Heart Architect's Office

2) SAKAMOTO CITY Design 4) Coordinator of Welfare/Living Environment

5) Joetsu School Information and Resources Center 6) Joetsu University of Education

キーワード: 化学物質過敏症 (chemical sensitivity), 多種化学物質過敏症 (multiple chemical  
sensitivity), 室内空気汚染 (air pollution), 小学生 (primary schoolchildren),  
テブコナゾール

( $\alpha$ -[2-(4-Chlorophenyl)ethyl]- $\alpha$ -(1,1-dimethylethyl)-1H-1,2,4-triazole-1-ethanol)

## 要旨

化学物質過敏症(CS)発症者の発症原因になった化学物質と、発症者が反応する空气中化学物質との関連性を、空气中の化学物質56項目を分析することで検証した。その結果、発症原因化学物質と思われる一般名テブコナゾール、化学名  $\alpha$ -[2-(4-クロロフェニル)エチル]- $\alpha$ -(1,1-ジメチルエチル)-1H-1,2,4-トリアゾール-1-エタノールにはヒドロキシル基(-OH)と塩素(Cl)が存在した。一方発症者が「入れる建物」と「入れない建物」のそれぞれの空气中化学物質の分析比較から、発症者が反応する空气中の化学物質は、ヒドロキシル基を有するブタノールと塩素を有するトリクロロエチレンであることが推定された。

上越市立小学校全児童12,045名のCSに関連する症状について、無記名アンケートによる実態調査を行った。回収数は10,348名分(回収率85.9%)であった。CS診断基準では主症状5項目、副症状9項目、さらに眼球運動や化学物質の微量負荷試験などの検査が取り入れられているが、ここでは一般市民向けアンケート用であることから「検査」を省略し、診断基

準に準じた症状の13項目について、それぞれ「大いにある」「ある」「少しある」「全くない」の選択肢で調査した。各項目について「大いにある」「ある」を「症状あり」とした場合は、主症状2項目・副症状4項目以上、及び主症状1項目・副症状6項目以上の児童は21名(0.2%)であった。一方「少しある」を加えて「症状あり」とした場合は618名(6.0%)であった。

## 目的

化学物質過敏症(multiple chemical sensitivity: MCS, 或いは chemical sensitivity: CS)は、現代社会が生み出したもの<sup>1)</sup>、或いは身近に潜む健康障害<sup>2)</sup>として注目されている。化学物質過敏症(以下CSと略)は、化学物質に暴露された人が、一旦過敏性を獲得すると、その後は極めて微量な化学物質にも反応し、様々な臨床症状を呈する状態と言われる<sup>3, 4)</sup>。

上越市でのCS発症者は、通常の建物(知人の住宅、学校、市役所、スーパーなど)には、ほとんど入れないが、調査対象になることを了解してくれた1名のCS発症者は、最近建築された建物(2004年建設)には入ることができた。このことから「入れる建物」と「入れない建物」の空气中化学物質に違いがあり、それは発症原因になった化学物質に関係があるのではないかと推定された。そこでCS発症者の発症原因となった化学成分と、CS発症者が反応する空气中化学物質の関係を明らかにするために、「入れない建物」と「入れる建物」の空气中の化学物質56項目を測定した。

CSに関する総説は多いが<sup>5-8)</sup>、身近な問題との認識はなかった。ところが2004年、上越市でCSを発症した4名の児童が登校できない状況であったことから、本研究が始められた。市内の一つの小学校に4名の児童が集中していたが、発症原因は、特定な地域性や学校によるものではないと考えられたことから、全市の小学校児童に対して、CSに関係した症状を保護者に問うアンケート調査を行うことにした。ここではアンケート調査内容の一部と、その集計結果を報告する。

## 方法

### 1. CS発症者の発症原因化学物質と発症者が反応する化学物質との関係調査

CS発症者の発症原因は、平成15年(2003年)11月の白アリ駆除による化学物質と確定されていた。使用された駆除剤の製品名はキシラモントラッドで、その成分はクロチアニジン、プロピコナゾール、テブコナゾールであった。3成分中の主成分は一般名をテブコナゾール、化学名は $\alpha$ -[2-(4-クロロフェニル)エチル]- $\alpha$ -(1,1-ジメチルエチル)-1H-1,2,4-トリアゾール-1-エタノール( $\alpha$ -[2-(4-Chlorophenyl)ethyl]- $\alpha$ -(1,1-dimethylethyl)-1H-1,2,4-triazole-1-ethanol)であり、溶剤にジイソプロピルナフタレンが用いられたことが確認されていた。その確認は発症者の住宅での発症後の空気試料中の化学物質が、以下の操作で測定されていた。住宅和室床上0.5 m、及び浴室床下点検口地面高0.3 mの空気試料の採取を、活性炭吸着管を用いて、0.1 L/分の流速で10分間採取された。分析方法は加熱脱着-ガスクロマトグラフ/質量分析法であった。

CS発症者が「入れない」(近づけない)建物Aの1階と2階の2ヶ所と、「入ること」ができる建物Bの1ヶ所の合計3ヶ所について、空气中化学物質56項目を財団法人上越環境

科学センターに測定を外部委託した。ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドはDNPH誘導体化固相吸着／溶媒抽出－高速液体クロマトグラフ法、フェノブカルブ、ダイアジノン、クロロピリホスは固体捕集／ガスクロマトグラフ質量分析法、ジ・2-エチルヘキシルフタレートは固体捕集－加熱脱着ガスクロマトグラフ質量分析法、その他の50項目は活性炭捕集／溶媒抽出－ガスクロマトグラフ質量分析法である。室内空気試料はミニポンプ（柴田科学・MP-Σ300）で吸引（0.1 L／分 × 24 時間）採取した。

## 2. 上越市立小学校児童のCSに関連した症状を問うアンケート調査

1) アンケートで問うCSに関連した症状項目は、石川らが報告した化学物質過敏症診断基準に準じた<sup>9)</sup>。アンケート用紙は平成17年7月に上越市教育委員会を通じて市立の全小学校に配布した。配布数は12,045名分で、無記名による回答を求めた。回答アンケート用紙は同月に、各小学校の主に養護教諭を通じて回収された。回収数は10,348名（回収率85.9%）であった。アンケート調査用紙を簡略化して表1に示した。

表1 化学物質過敏症(CS)に関連した症状を問うアンケート調査

化学物質に過敏な児童についてのアンケート調査

記入月日 平成17年7月11日

1. あなたのお子さんの学年は何年生ですか。

小学 年生

2. 以下の(1)から(13)の症状は、医師が化学物質過敏症を診断するための大まかな基準です。あなたのお子さんには、以下の症状がありますか。もしあれば該当欄に○をつけてください。

症 状	大いにある	ある	少しある	全くない
(1) 筋肉痛或いは筋肉の不快感を訴える				
(2) 体のだるさや疲労感をずっと訴える				
(3) 関節痛を訴える				
(4) 何回も頭痛が起き、頭痛が長く続くことを訴える				
(5) 喉が痛いと訴える				
(6) 微熱があると訴える				
(7) 下痢・腹痛・便秘があると訴える				
(8) 目がまぶし過ぎたり、良く見えない時があると訴える				
(9) 良く眠れないと訴える				
(10) 集中力・思考力の低下、物忘れをする傾向がある				
(11) すぐ興奮したり、気分や精神が不安定になる傾向がある				
(12) 皮膚のかゆみや皮膚感覚の異常を感じると訴える				
(13) 月経過多を訴える				

2) アンケートで回答を求めた CS を疑う症状は、主症状として ① 筋肉痛・筋肉の不快感 ② 持続する倦怠感、疲労感 ③ 関節痛 ④ 持続或いは反復する頭痛、副症状として ⑤ 咽頭痛 ⑥ 微熱 ⑦ 下痢・腹痛・便秘 ⑧ 目がまぶしい、一過性暗点 ⑨ 良く眠れない ⑩ 集中力・思考力の低下、物忘れの傾向 ⑪ 興奮したり、気分や精神が不安定 ⑫ 皮膚のかゆみ、皮膚感覚の異常 ⑬ 月経過多 である。

それぞれの症状について選択肢の「大いにある」「ある」を「症状あり」とした場合と、「大いにある」「ある」「少しある」を「症状あり」とした場合について、それぞれ主症状 2 項目・副症状 4 項目以上、及び主症状 1 項目・副症状 6 項目以上の児童を抽出した。

## 結果

### 1. CS 発症者の発症原因化学物質と発症者が反応する化学物質

CS 発症者の発症原因化学物質は、平成 15 年（2003 年）11 月の白アリ駆除用に使された製品名キシラモン トラッドであり、その溶剤としてジイソプロピルナフタレンが用いられたが、その溶剤が発症後の平成 16 年 4 月に発症者宅の床下から約 3.0 volppm 検出された。

CS 発症者が「入れない」建物 A の 1 階と 2 階の 2 ヶ所と、「入れる」建物 B の 1 階 1 ヶ所の合計 3 ヶ所について、空气中化学物質 56 項目の分析結果を表 2-1、及び表 2-2 に示した。表 2 には建物 A の 1 階と 2 階の、両データの平均値と、建物 B のデータを比較した結果も示した。比較の結果は、建物 A の空气中化学物質濃度が、建物 B の濃度の 3 倍以上高い項目を●印に、建物 B の空气中化学物質濃度が、建物 A のその濃度の 3 倍以上高い項目を○印にまとめて表示した。●印の項目は 10 項目でブタノール、トリクロロエチレン、 $\alpha$  及び  $\beta$ -ピネン、リモネン、ノナナール、トリ・テトラ・ペンタ・ヘキサの各デカンであった。一方○印の項目は 9 項目で、酢酸エチル、4-メチル-2-ペンタノン、トルエン、酢酸ブチル、エチルベンゼン、*o*-,*m*-,*p*-の各キシレン、スチレン、1,2,4,5-テトラメチルベンゼンであった。

### 2. 上越市立小学校児童の CS 関連症状調査

CS に関連した 13 項目の症状について、その程度を問う選択肢の「大いにある」「ある」を「症状あり」とした場合は、10,348 名の児童中 21 名(0.20%) が抽出された。一方「大いにある」「ある」「少しある」を「症状あり」とした場合は、同じく 10,348 名の児童中 618 名(6.0%) が抽出された。

## 考察

CS 発症者の発症原因化学物質と思われる化学物質は一般名テブコナゾール、化学名  $\alpha$ -[2-(4-Chlorophenyl)ethyl]- $\alpha$ -(1,1-dimethylethyl)-1H-1,2,4-triazole-1-ethanol と推定されるが、この化学物質には-ol と表示されるヒドロキシル基(-OH)と chloro と表示される塩素(Cl)が存在した。

発症者が「入れない」建物 A にはブタノール(Butanol) とトリクロロエチレン(Trichloro ethene) が「入れる」建物 B の 3 倍濃度以上存在した。一方発症者が「入れる」建物 B にはヒドロキシル基(-OH)と塩素(Cl)を含む高濃度の化学物質は存在しなかった。発症者 1 例のみの結果であるが、CS 発症原因の化学物質と、発症後に反応する化学物質には関連性が認めら

れる結果であった。

建物 A の 1 階と 2 階の空气中化学物質の濃度比較では、測定した 56 項目中、51 項目は 2 階の濃度が 1 階より高濃度であった。揮発性有機化合物は一般的に 2 階の濃度が高くなると考えられるが、逆に 2 階が 1 階より低濃度であった項目はアセトン、ヘプタン、オクタン、 $\beta$ -ピネン、テトラデカンの 5 項目で、この原因は化学物質の比重のみでは説明がつかない別の要因と考えられた。

CS の診断基準の主症状の項目にはアレルギー性皮膚疾患が入れているが、ここではアンケートの問いには含めなかった。CS とアレルギーとの関係は重要であるので<sup>10)</sup>、アレルギーについては別項目を立て、さらに詳細に調査した。そのために主症状は 4 項目になり、また症状の程度を「大いにあり」「あり」を「症状あり」としたために、主症状 2 項目・副症状 4 項目以上、及び主症状 1 項目・副症状 6 項目以上の児童は 21 名 (0.2%) の少数になったものと考えられる。この抽出条件の吟味のために、CS と既に確定診断された児童の記名アンケート調査をお願いしたところ、この抽出条件では、CS と確定診断された児童は含まれなかった。

そのために症状の程度の「大いにあり」「あり」に「少しある」を加えて「症状あり」とした場合は 618 名 (6.0%) になり、この抽出条件では CS と確定診断された児童は含まれた。最近の今井らによる看護大学生の調査では CS の可能性のある学生は 11.6% と報告されている<sup>11)</sup>。また米国の Meggs らによれば CS は 13.9% であると報告されている<sup>12)</sup>。

アンケート調査では他に症状の出現の時期、花粉症、アレルギー、嫌いな臭い、保護者が自分の子供が化学物質に敏感と感じているか、家庭での薬剤・洗剤などの化学物質の使用程度、シックハウス・シックスクール・CS それぞれの知識の程度、住宅建築時期、CS が疑われた場合の相談する相手、CS が疑われた場合の専門医療機関への紹介の必要性について、それぞれ回答を求めた。これらは解析中であり、ここでは記載していない。

## 結論

CS 発症者の発症原因化学物質と思われる化学物質は一般名テブコナゾール、化学名  $\alpha$ -[2-(4-Chlorophenyl)ethyl]- $\alpha$ -(1,1-dimethylethyl)-1H-1,2,4-triazole-1-ethanol と推定されるが、この化学物質にはヒドロキシル基(-OH)と塩素(Cl)が存在した。一方発症者が「入れない」建物 A にはヒドロキシル基を有するブタノール(Butanol)、塩素を有するトリクロロエチレン(Trichloro ethene)が存在し、「入れる」建物にはそれらは低濃度であったことから、発症者 1 例のみの結果であるが、CS 発症原因の化学物質と、発症後に反応する化学物質には関連性が認められることを示していた。

上越市立小学校児童約 1 万人のアンケート調査では、CS が疑われる症状が明らかで、「大いにある」或いは「ある」とされた児童は 21 名 (0.2%) 抽出された。この抽出条件では既に CS と確定診断された児童は抽出されないことから、「大いにある」「ある」にさらに「少しある」を加えた条件では 618 名 (6.0%) が抽出された。

## 文献

- 1) 石川 哲. 現代社会が生み出した化学物質過敏症. 看護 1998; 50(3): 151-9.
- 2) 宮田幹夫. 化学物質過敏症－身近に潜む健康障害－. 看護 1999; 51(13): 92-5.
- 3) Cullen MR. Multiple chemical sensitivities: summary and directions for future investigators. Occup Med 1987; 2: 801-4.
- 4) 宮田幹夫, 難波龍人. 多種化学物質過敏症(multiple chemical sensitivity)の臨床. 自律神経 1996, 33(3): 257-61.
- 5) 石川 哲. 化学物質過敏症と自律神経系. 自律神経 1992; 29(1): 3-8.
- 6) Miller CS, Mitzel HC. Chemical sensitivity attributed to pesticide exposure versus remodeling. Arch Environ Health 1995; 50(2): 119-29.
- 7) Cowan FM, Shin T-M, Lenz DE, Madsen JM, Broomfield CA. Hypothesis for synergistic toxicity of organophosphorus poisoning-induced cholinergic crisis and anaphylactoid reactions. J Appl Toxicol 1996; 16(1): 25-33.
- 8) Sorg BA, Willis LR, Nowatka TC, Ulibarri C, See RE, Westberg HH. Proposed animal neurosensitization model for multiple chemical sensitivity in studies with formalin. Toxicology 1996; 111: 135-45.
- 9) 長谷川真紀, 大友 守, 三田晴久, 秋山一男. 化学物質過敏症可能性例の検討－アレルギーの観点から－. アレルギー 2005; 54(5): 478-84.
- 10) 石川 哲, 宮田幹夫, 難波龍人, 西本浩之. 化学物質過敏症診断基準について. 日本医事新報 1998; No. 3859: 25-9.
- 11) 今井奈妙, 今井義治. 化学物質過敏症が疑われる看護大学生の Quality of Life－QEESI と Q U I K－R による検討－. 室内環境学会誌 2005; 8(2): 248-9.
- 12) Meggs WJ, Dunn KA, Bloch RM, Goodman PE, Davidoff AL. Prevalence and nature of allergy and chemical sensitivity in a general population. Arch Environ Health 1996; 51(4): 275-82.

表2-1 発症者の反応が異なる2つの建物の、室内空気中化学物質の分析

	分析値 (µg/m <sup>3</sup> )				分析方法	建物AB比較
	建物A 1階	建物A 2階	建物A平均	建物B		
1 ホルムアルデヒド	41	18	30	24	DNPH誘導体固化固相吸着／溶媒抽出	
2 アセトアルデヒド	15	9.0	12	11	高速液体クロマトグラフ法	
3 エタノール	27	9.6	18	16	活性炭捕集／溶媒抽出 - ガスクロマ	
4 アセトン	31	36	34	22	トグラフ質量分析法	
5 2-プロパノール	5.0	3.9	4.5	2.8		
6 1-プロパノール	0.8未満	0.8未満	0.8未満	0.8未満		
7 2-ブタノン	11.0	4.7	7.9	9.3		
8 塩化メチレン	0.6	0.4未満	-	0.4未満		○*1
9 酢酸エチル	2.7	1.3	2.0	8.3		
10 クロロホルム	0.8	0.5	0.7	0.4未満		
11 1,2-ジクロロエタン	0.4未満	0.4未満	0.4未満	0.4未満		
12 2,4-ジメチルペンタン	0.4未満	0.4未満	0.4未満	0.4未満		
13 1,1,1-トリクロロエタン	0.3	0.2未満	-	0.2未満		
14 1-ブタノール	11.0	6.0	8.5	2.7		●*2
15 ベンゼン	1.3	0.7	1.0	0.9		
16 四塩化炭素	1.9	1.2	1.6	1.0		
17 1,2-ジクロロプロパン	0.4未満	0.5	-	0.4未満		
18 ブロモジクロロメタン	0.4未満	0.4未満	0.4未満	0.4未満		
19 イソオクタン	0.2未満	0.2未満	0.2未満	0.2未満		
20 トリクロロエチレン	8.5	4.6	6.6	0.6		●
21 ヘプタン	1.7	2.0	1.9	0.8		
22 4-メチル-2-ペンタノン	2.1	1.1	1.6	10.0		○
23 トルエン	18	11	14.5	48.0		○
24 ジブクロクロロエタン	0.2未満	0.2未満	0.2未満	0.2未満		
25 酢酸ブチル	1.5	0.7	1.1	3.6		○
26 オクタン	1.3	1.9	1.6	0.7		
27 テトラクロロエチレン	0.3未満	0.3未満	0.3未満	0.3未満		○
28 エチルベンゼン	9.9	4.7	7.3	66.0		○
29 m,p-キシレン	15	3.5	9.2	55.0		

表2-2 発症者の反応が異なる2つの建物の、室内空気中化学物質の分析

	分析値 (µg/m <sup>3</sup> )					分析方法	建物AB比較
	建物A 1階	建物A 2階	建物A平均	建物B			
30 0-キシレン	2.6	1.4	2.0	16.0			
31 スチレン	12.0	6.6	9.3	81.0	活性炭捕集／溶媒抽出 - ガスクロマ		○
32 ノナン	3.5	1.3	2.4	1.8	トグラフ質量分析法		○
33 α-ピネン	27.0	24.0	25.5	4.2			●
34 3-エチルトルエン	1.7	0.8	1.3	1.7			
35 4-エチルトルエン	0.83	0.42	0.63	0.90			
36 1,3,5-トリメチルベンゼン	1.0	0.43	0.72	1.0			
37 2-エチルトルエン	0.87	0.37	0.62	0.88			
38 β-ピネン	4.8	5.5	5.2	0.17			●
39 1,2,4-トリメチルベンゼン	3.3	1.7	2.5	4.2			
40 デカン	5.7	1.4	3.6	4.5			
41 1,4-ジクロロベンゼン	9.5	2.8	6.2	3.3			
42 1,2,3-トリメチルベンゼン	1.0	0.5	0.75	1.7			
43 リモネン	8.7	2.7	5.7	1.4			●
44 ノナナール	14	5.4	9.7	2.7			●
45 ウンデカン	4.4	1.5	3.0	2.6			
46 1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	0.35	0.21	0.28	1.0			○
47 デカナール	6.0	2.1	4.1	1.8			
48 ドデカン	9.1	3.1	6.1	3.2			
49 トリデカン	6.8	3.1	5.0	1.3			●
50 テトラデカン	3.9	6.9	5.4	1.3			●
51 ペンタデカン	4.5	2.8	3.7	0.7			●
52 ヘキサデカン	4.7	2.3	3.5	0.5			●
53 フェノブカルブ	0.08未満	0.08未満	0.08未満	0.08未満	固体捕集 - ガスクロマトグラフ		
54 ダイアジノン	0.008未満	0.008未満	0.008未満	0.008未満	質量分析法		
55 クロロピリホス	0.008未満	0.008未満	0.008未満	0.008未満			
56 ジ-2-エチルヘキシルフタレート	2.3	1.5	1.9	0.8	固体捕集／加熱脱着 - ガスクロマト グラフ質量分析法		

○\* 1 : 建物Bの空気中化学物質濃度が、建物Aのその濃度の3倍以上高い

●\* 2 : 建物Aの空気中化学物質濃度が、建物Bのその濃度の3倍以上高い