

4. 6. スカンジナビア諸国 スワンラベル <http://www.ecolabel.no/>

Nordic Swan Label は、Ecolabelling Norway (2005)が提供しているエコラベリングである。ノルウェー、スウェーデン、デンマーク、フィンランド、アイスランドが公式に採用している。1989年11月の北欧閣僚会議でスワンラベルの開発が決定された。原料中の化学物質含有量、生産過程における化学物質含有量、製品からの化学物質の放散量、エネルギー消費量、廃棄物などの基準が規定されており、紙製品、家庭用品、住宅資材、オフィス機器、住設機器などの分野で総計48の製品に対して基準が定められている。2005年2月の時点でスワンラベルが認証された製品は660ある。これらの中から化学物質の放散に関連する基準を表4-13に示す。

表4-13 化学物質の放散に関するスワンラベルの基準

製品	有効期間	基準
フローリング	2002年3月14日	ホルムアルデヒド放散量
	～2005年12月14日	0.13 mg/m <sup>3</sup> 未満
接着剤	2002年10月3日	TVOC (沸点 260℃以下) 放散速度
	～2008年12月17日	0.2 mg/m <sup>2</sup> h 未満
壁装材料	1998年4月20日	ホルムアルデヒド放散量
	～2003年3月14日	8mg/100g 未満 (CEN N 127 試験法)



4. 7. デンマーク、ノルウェー 室内気候ラベル <http://www.dsic.org/dsic.htm>

室内気候ラベル (THE INDOOR CLIMATE LABEL: ICL) は、デンマーク室内気候協会 (Danish Society of Indoor Climate: DSIC 2005) とノルウェー室内気候フォーラム (Norwegian Forum of Indoor Climate) が開発したラベリングである。建築材料と室内で使用する製品を対象に開発されている。ICL は、住宅都市問題省 (Ministry of Housing and Urban Affairs) が 1993 年に最初に提唱した概念である。

デンマークで室内気候ラベリング (The indoor climate labeling) という独立した組織を作り、デンマーク室内気候協会が作成した標準試験方法および製品基準に基づいて、室内気候ラベリング (The indoor climate labeling) を認証する仕組みとなっている。この仕組みの目標は、良質な室内空気質を維持するためであり、次の狙いがある。この仕組み作りに関する経緯を表4-14に示す。

- ・ より一層室内環境に適した製品を開発するためのツールを製造者に提供する
- ・ より一層室内環境に適した製品を選択するためのツールを消費者に提供する
- ・ 建築物で使用される製品と室内空気への影響について、より一層の理解を求めるツールを提供する

表4-14 室内気候ラベルの経緯

時期	概要
1994年12月	建築材料からの放散量測定のための標準試験方法(1997年1月に付属文書改訂)
1996年8月	室内ドア、折り畳み式間仕切りの製品基準(第1版)
1997年10月	建築材料からの粉塵放散量測定のための標準試験方法(第1版)
1997年10月	天井、壁システムの製品基準(第2版)
1998年1月	クッションフロアー、木質床、貼合わせフローリングの製品基準(第1版)
1998年1月	木質製床用オイルの製品基準(第1版)
1998年5月	窓、外装ドアの製品基準(第1版)
1998年9月	キッチン、浴室、洋服収納棚
2000年6月	一般的なラベリング基準(第1版)
2000年6月	カーペットの製品基準(第2版)

\*2000年8月現在での室内気候ラベル対象製品

- ・ 壁、天井システム
- ・ カーペット
- ・ 室内ドア、折り畳み式間仕切り
- ・ クッションフロアー、木質床、貼合わせフローリング
- ・ 木質製床用オイル
- ・ キッチン、浴室、洋服収納棚
- ・ 室内用塗料
- ・ 家具



デンマーク室内気候協会が作成した標準試験方法と製品基準(Wolkoff and Nielsen 1996, DSIC 1997, 2003)に基づいて試験を行い、これらの基準を満たす製品には室内気候ラベルの認証が得られる。揮発性有機化合物(アルデヒド、アミン、イソシアネート、酸、硫黄化合物など)と粉塵(粒子状物質)が試験される。ただし粉塵は天井システムだけに適用される。

#### 1) 揮発性有機化合物(VOCs)の試験 (DSIC 2003)

VOCs の試験は第1段階の化学分析試験と第2段階の感覚試験がある。これら2つの試験に合格すれば、室内気候ラベルが認証される。

##### (1) 化学分析試験

VOCs は、小型チャンバー内に対象製品のサンプルを入れて、定められた標準試験条件で測定する。そして、その数値を用いて表4-15に示す標準試験室(standard room)での気中濃度に換算する。各製品の測定対象 VOCs は、事前に放散される VOCs を初期スクリーニングによって選定する。

表 4-15 標準試験室の概要

項目	設定値	
標準試験室	全容積	17.42 m <sup>3</sup>
各製品の面積	床材、天井材	7 m <sup>2</sup>
	壁材	24 m <sup>2</sup>
	ドア表面	2 m <sup>2</sup>
	窓枠	0.2 m <sup>2</sup>
	シーラント	0.2 m <sup>2</sup>
	建具	4 m <sup>2</sup>
試験条件	換気回数	0.5 回/hr
	温度	23℃
	湿度	50%RH
	気流速度	0.15 m/s

測定対象とする各 VOCs の濃度が許容濃度に低下するまで測定し、室内適合時間値 (Indoor-Relevant Time Value) を求める。これは許容濃度に達するまでの、標準試験条件における標準試験室での時間を示す。この許容濃度は 800 種類以上の揮発性有機化合物それぞれにおける、臭気閾値(OT)と目や鼻や気道の刺激閾値(IT)をデータベース化したデンマーク国立労働衛生研究所(Denmark National Institute of Occupational Health)の VOCBASE (Jensen and Wolkoff 1997) をもとに、OT と IT の小さい方の 1/2 の値が用いられる。

例えば、室内適合時間値が 10 日という結果がでた場合、10 日後に据付すれば、臭いを感じたり、刺激を感じる事がおそくない、ということの意味する。ラベル認証を得るための最大時間値よりも小さければ、第 1 段階は合格となる。

$$\text{室内許容可能濃度 } CL_{i} [\mu\text{g}/\text{m}^3] = 0.5 \cdot \text{minimum}\{\text{OT}, \text{IT}\}$$

OT = 臭気閾値 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

IT = 刺激閾値 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Cs,i = 標準試験室の気中濃度 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

複数の刺激物質が存在する場合には、以下の相加式を使用する。但し臭気物質には適用されない。

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_{s,i}}{CL_{i}} < 1$$

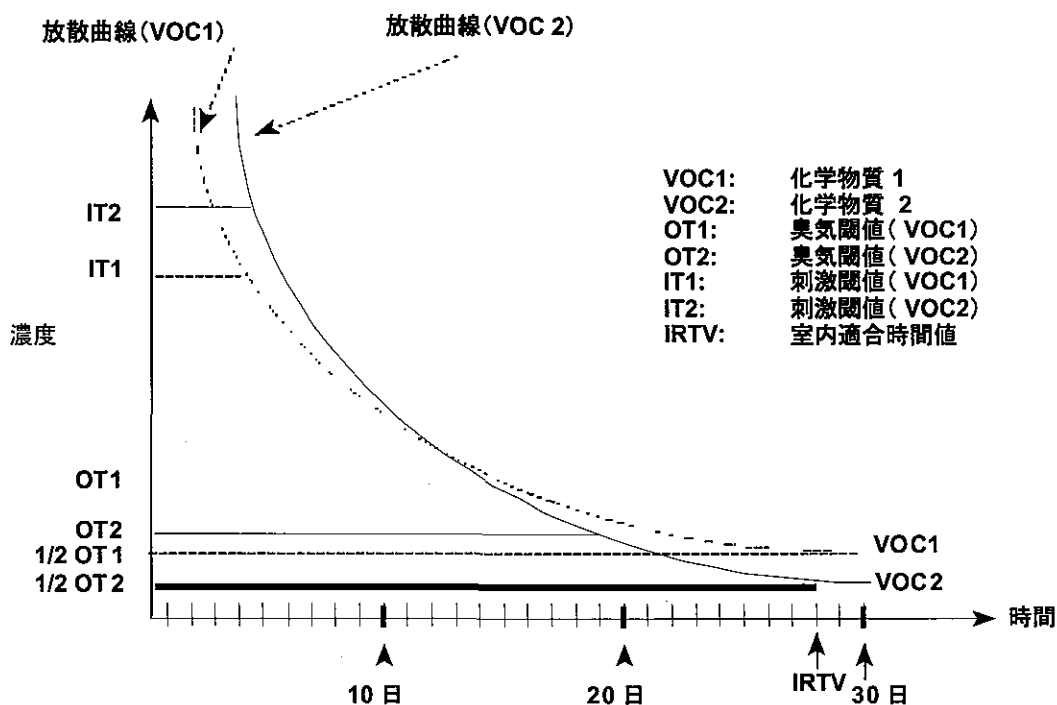


図4-1 ICLにおける放散曲線と室内適合時間値

(2) 感覚試験

感覚試験は、臭気強度と臭気の許容度で試験される。この試験は、化学分析試験で得られた室内適合時間に達した時点で評価される。例えば、許容可能な臭い「0」、適度な臭い「2」を室内空気質の基準値とする。室内適合時間に達した時点で、その基準値を満足しているかどうかで合否を判断する。

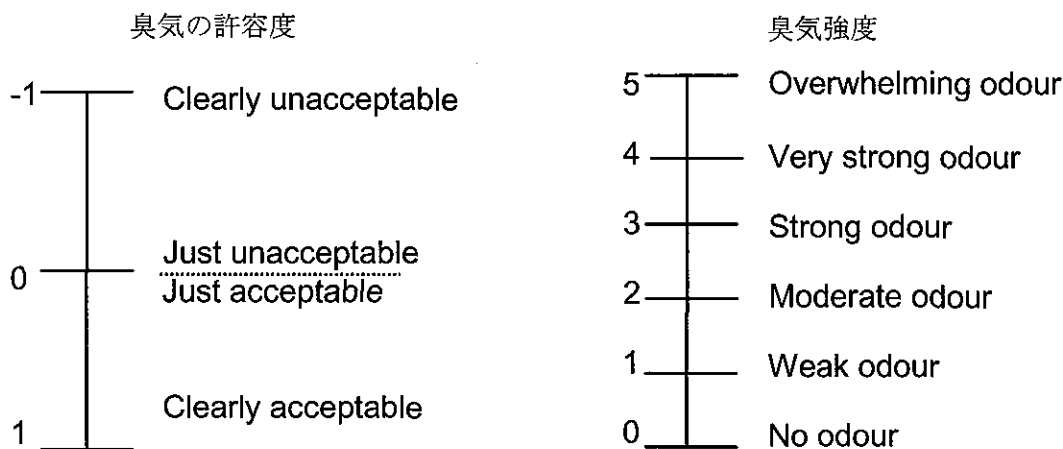


図4-2 ICLにおける感覚試験の判断基準

2) 粉塵 (粒子状物質) の試験 (DSIC 1997)

粉塵の試験は天井システムだけに適用される。これは、化学分析試験で得られた室内適合時間の間、天井から落下してきた鉱物繊維などの粉塵をチャンバーの底部に集め、単位面積あたりの重量を測定する。次の3つの分類で低または中であれば室内気候ラベルが認証される。

- ・低 : 0.75mg/m<sup>2</sup> 以下
- ・中 : 0.75 超 2.0mg/m<sup>2</sup> 以下
- ・高 : 2.0mg/m<sup>2</sup> 超

4. 8. アメリカ グリーンガード <http://www.greenguard.org/DesktopDefault.aspx>

2001年6月に設立されたアメリカのNGO グリーンガード環境研究所 (Greenguard Environmental Institute: GEI 2005)が開発したラベリングである。床材、天井システム、接着剤、塗料、壁材、カーペット、オフィス家具などの室内建材に対して、グリーンガード (GREENGUARD™)と呼ばれる基準を作成している。ASTM D-5116-97、D-6670-01等に基づいたチャンバー試験を行い、世界保健機関、アメリカ環境保護庁、ワシントン州、ドイツのブルー・エンジェルの勧告に基づき作成された基準値を満たした製品に GREENGUARD™が認証される。化学物質濃度は、換気回数 0.8 回/hr、23°C50%RH、32m<sup>3</sup>のチャンバーで5日間放置後測定される。表4-16、17、18に化学物質の気中濃度基準を示す。



表4-16 化学物質の気中濃度基準

項目	一般建材、 接着剤、床材	壁紙	塗料	天井材、断熱材、 消費者製品
個々の VOCs	TLV の 1/10 未満	TLV の 1/10 未満	TLV の 1/10 未満	TLV の 1/10 未満
ホルムアルデヒド	0.05 ppm	0.05 ppm	0.05 ppm	0.05 ppm
4-フェニルシクロ ヘキセン	0.0065 mg/m <sup>3</sup>	0.0065 mg/m <sup>3</sup>	—	—
スチレン	0.07 mg/m <sup>3</sup>	—	0.07 mg/m <sup>3</sup>	—
TVOC	0.5 mg/m <sup>3</sup>	0.5 mg/m <sup>3</sup>	0.5 mg/m <sup>3</sup>	0.5 mg/m <sup>3</sup>
全アルデヒド	0.1 ppm	0.1 ppm	0.1 ppm	0.1 ppm
10μ 以下の微粒子	—	—	—	0.05 mg/m <sup>3</sup>

注記 1) California Proposition 65、国家毒性計画(NTP)および国際がん研究機関(IARC)による発がん性および生

殖毒性の疑いがある物質が全て測定され、公表されなければならない。

注記 2) TLV : アメリカ米国産業衛生専門家会議(ACGIH)の職業曝露限界値

注記 3) 全米大気環境基準(U.S. EPA, code of Federal Regulations, Title 40, Part 50)に適合しなければならない。

表4-17 化学物質の気中濃度基準

項目	オフィス家具 (ワークステーション、フルシステム)	オフィス家具 (腰掛け、机、収納家具、テーブル、Files vertical and lateral、収納キャビネット、書棚、金属製収納家具、可動壁、音響パネル)
個々の VOCs	TLV の 1/10 未満	TLV の 1/10 未満
ホルムアルデヒド	0.05 ppm	0.025 ppm
4-フェニルシクロ ヘキセン	0.0065 mg/m <sup>3</sup>	0.00325 mg/m <sup>3</sup>
TVOC	0.5 mg/m <sup>3</sup>	0.25 mg/m <sup>3</sup>
全アルデヒド	0.1 ppm	0.05 ppm

注記 1) California Proposition 65、国家毒性計画(NTP)および国際がん研究機関(IARC)による発がん性および生殖毒性の疑いがある物質が全て測定され、公表されなければならない。

注記 2) TLV : アメリカ米国内産業衛生専門家会議(ACGIH)の職業曝露限界値

注記 3) 全米大気環境基準(U.S. EPA, code of Federal Regulations, Title 40, Part 50)に適合しなければならない。

表4-18 化学物質の気中濃度基準

項目	オフィス機器	電気製品	繊維製品	清掃用品 *
個々の VOCs	TLV の 1/10 未満	TLV の 1/10 未満	TLV の 1/10 未満	TLV の 1/10 未満
ホルムアルデヒド	0.04 mg/m <sup>3</sup>	0.05 ppm	0.05 ppm	0.05 ppm
4-フェニルシクロ ヘキセン	—	—	0.0065 mg/m <sup>3</sup>	—
スチレン	0.04 mg/m <sup>3</sup>	—	—	—
ベンゼン	0.0002 mg/m <sup>3</sup>	—	—	—
オゾン	0.08 mg/m <sup>3</sup>	—	—	—
TVOC	0.4 mg/m <sup>3</sup>	0.5 mg/m <sup>3</sup>	0.5 mg/m <sup>3</sup>	0.5 mg/m <sup>3</sup>
全アルデヒド	—	0.1 ppm	0.1 ppm	0.1 ppm
全粉じん	0.15 mg/m <sup>3</sup>	—	—	—
10 $\mu$ 以下の微粒子	—	—	—	0.05 mg/m <sup>3</sup>

\* ダスト、猫アレルギー、カビの除去効率 99%

注記 1) California Proposition 65、国家毒性計画(NTP)および国際がん研究機関(IARC)による発がん性および生殖毒性の疑いがある物質が全て測定され、公表されなければならない。

注記 2) TLV : アメリカ米国内産業衛生専門家会議(ACGIH)の職業曝露限界値

注記 3) 全米大気環境基準(U.S. EPA, code of Federal Regulations, Title 40, Part 50)に適合しなければならない。

#### 4. 9. アメリカ グリーンラベル <http://www.carpet-rug.com/>

##### 1) グリーンラベル

グリーンラベル(Green Label)は、アメリカのカーペット・ラグ協会 (Carpet and Rug Institute: CRI 2005a,)が 1992 年に開発したラベリングである。カーペット、クッション、床用接着剤から放散される揮発性有機化合物の放散基準を定めている。ASTM D-5116-97 等に基づいた 24 時間のチャンバー試験を行い、CRI が定めた放散基準を満たした製品にグリーンラベルが認証される。表 4-19 に各部材における化学物質の放散基準を示す。2005 年 2 月 12 日時点で、カーペット 108 製品、クッション 23 製品、接着剤 227 製品が認定されている。

表 4-19 グリーンラベルにおける化学物質の放散基準

対象部材	化学物質	放散速度 mg/m <sup>2</sup> ·hr
カーペット	総揮発性有機化合物(TVOC)	0.5
	4-フェニルシクロヘキセン	0.05
	ホルムアルデヒド	0.05
	スチレン	0.4
クッション	揮発性有機化合物(TVOC)	1.0
	4-フェニルシクロヘキセン	0.05
	ホルムアルデヒド	0.05
	ブチル化ヒドロキシトルエン(BHT)	0.3
床用接着剤	総揮発性有機化合物(TVOC)	10.0
	ホルムアルデヒド	0.05
	2-エチル-1-ヘキサノール	3.0



##### 2) グリーンラベル・プラス (CRI 2005a, 2005b)

グリーンラベル・プラス(Green Label Plus)は、グリーンラベルよりもさらに低放散量のカーペットを対象とした新ラベリングである。2004 年 6 月 14 日に CRI から公開された。消費者が良質な室内空気質を確保するために、最も化学物質の放散量の低いカーペットを購入できるように作成されたラベリングである。1992 年にグリーンラベルを開発してから 12 年が経過したが、カーペット業界は、この間に室内空気質に関する基準を自主的に 4 回強化してきた。CRI は、その 4 回目の基準をグリーンラベル・プラスとした。

2005 年 2 月 12 日時点で 66 製品のカーペットが認証されている。ASTM D-5116-97 等に基づいたチャンバー試験を行い、CRI が定めた以下の基準を満たした製品にグリーンラベル・プラスが認証される。



- ・ 初期試験：Section 01350 の全化学物質の環境中の放散基準を満たすこと。
- ・ 年 4 回の試験：CRI の TVOC 放散基準を満たすこと
- ・ 年 1 回の試験：CRI の TVOC 放散基準および 13 物質（アセトアルデヒド、ベンゼン、カプロラクタム、2-エチルヘキサン酸、ホルムアルデヒド、1-メチル-2-ピロリジノン、ナフタレン、ノナナール、オクタナール、4-フェニルシクロヘキセン、スチレン、トルエン、酢酸ビニル）の CRI 基準を満たすこと

Section 01350 (Levin and Alevantis 2003)は、カリフォルニア州環境保護庁の総合廃棄物管理局 (California Integrated Waste Management Board: CIWMB)が作成した特定環境要求仕様書 (Special Environmental Requirements Specification) である (参照：本報告書 3-2-5 各州のガイドラインや取り組み-1) カリフォルニア州環境保護庁)。

#### 4. 10. カナダ エコロゴ <http://www.environmentalchoice.com/>

環境選択プログラム(Environmental Choice<sup>®</sup> Program: ECP 2005)は、カナダ環境省のエコラベリング・プログラムである。ECP は 1988 年に開発された。このプログラムが開発したラベリングエコロゴ(EcoLogo)は、3羽の鳩が手をつなぎ、楓の葉を形作っている。3羽の鳩は、消費者、工業界、政府である。つまり、この3羽の鳩が互いに協力しあい、カナダの環境を改善していくことを意図している。エコロゴの中から室内空気質に関連する基準の概要を表 4-20、21 に示す。

表 4-20 部材に対する化学物質の放散基準 (ASTM -D5116 90 チャンバー試験)

製品	対象部材	化学物質	試験時間	放散基準 (mg/m <sup>2</sup> h)
カーペット PRC-063	カーペットタイ	TVOC	24 時間後	0.25 以下
	ル (小さな絨毯)	ホルムアルデヒド	48 時間後	0.02 以下
	カーペット用接着剤	TVOC	72 時間後	0.05 以下
		ホルムアルデヒド	72 時間後	0.02 以下
竹および他の木材 代替床材 PRC-069	全体	VOCs (ホルムアルデヒドを含む)	24 時間後	0.50 以下
繊維性床仕上げ材 PRC-095	全体	TVOC	24 時間後	0.25 以下
		ホルムアルデヒド	48 時間後	0.02 以下
		ベンゼン、ブタジエン、4-フェニルシクロヘキセン、塩化ビニル、酢酸ビニル	—	含まれない および放散 されない
	水系接着剤	TVOC	24 時間後	0.05 以下



表 4 - 2 1 建具や設置機器類に対する化学物質の放散基準

製品	化学物質	放散による室内濃度の基準
		(mg/m <sup>3</sup> )
可動間仕切り	VOCs	0.5 以下
	ホルムアルデヒド	0.5 以下
オフィス家具	VOCs	0.5 以下
	ホルムアルデヒド	0.5 以下
コピー機	オゾン	0.04 以下
	粉じん	0.25 以下
	TVOC	170 以下 (25ppm)



<参考文献>

- AgBB (2003) *Health-related Evaluation Procedure for Volatile Organic Compounds Emissions (VOC and SVOC) from Building Products*, AgBB - June 2002, LCI's in Part 3: June
- CRI (2005a) Carpet and Rug Institute, accessed 12 February 2005, Available at:  
<http://www.carpet-rug.com/>
- CRI (2005b) CRI Green Label Plus Fact Sheet, 2 pages, January
- DSIC (1997) Standard Test Method for the Determination of Particle Emission from Building Products, 1st Edition, 21 October 1997
- DSIC (2000) *Introduction to the Principles behind the Indoor Climate Labeling*, August
- DSIC (2003) *Standard Test Method for Determination of the Indoor-Relevant Time-Value by Chemical Analysis and Sensory Evaluation*, 2nd Edition, approved 20 January 2003
- DSIC (2005) Danish Society of Indoor Climate, accessed 08 February 2005, Available at:  
<http://www.dsic.org/dsic.htm>
- Ecolabelling Norway (2005) the Nordic Swan Label, accessed 08 February 2005, Available at:  
<http://www.ecolabel.no/>
- ECP (2005) Environmental Choice Program, accessed 14 February 2005, Available at:  
<http://www.environmentalchoice.com/>
- GEI (2005) GREENGUARD Environmental Institute, accessed 10 February 2005, Available at:  
<http://www.greenguard.org/DesktopDefault.aspx>
- GEV (2004a) *GEV - Testing Method*, 12 May
- GEV (2004b) *Specifications and Classification Criteria*, 08 November
- GEV (2005) *Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe*, accessed 08 February 2005, Available at: <http://www.emicode.com>
- GuT (2005) *Carpets tested for a better living environment*, accessed 08 February 2005, Available at:  
<http://www.gut-ev.de>

- IARC (2004) IARC classifies formaldehyde as carcinogenicity to humans, press release, No. 153, 15 June
- Jensen B. and Wolkoff P. (1997) *VOCBASE - A database on odor thresholds and mucous membrane irritation thresholds*, 45th Nordic Meeting on working environment, NAM '97, Rebild, September
- Levin H. and Alevantis L. (2003) *California Indoor Air Quality Specifications for Open Office Systems Furniture and Building Materials*, EPA/AWMA Indoor Air Quality Problems and Engineering Solutions, Research Triangle Park, NC, 3 July
- RAL (2005) *Blauer Engel*, accessed 08 February 2005, Available at: <http://www.blauer-engel.de/>
- RAL (1996) RAL-GZ 479
- RTS (2002) *Emission Classification of Building Materials: Protocol for Chemical and Sensory Testing of Building Materials*, ISBN 951-682-673-3
- WHO Europe (1989) *Indoor air quality: organic pollutants*. Copenhagen, Report on a WHO meeting, EURO Reports and Studies 111
- Wolkoff P. and Nielsen P.A. (1996) A New Approach for Indoor Climate Labelling of Building Materials - Emission Testing, Modelling and Comfort Evaluation. *Atmospheric Environments*, **30**, pp2679-2689

## 室内空気質規制に係わる健康リスク評価の調査研究

分担研究者 京都大学大学院 都市環境工学専攻 環境衛生学講座 教授 内山巖雄  
研究協力者 国立保健医療科学院 建築衛生部 協力研究員 東 賢一

### 研究要旨

室内空気質規制における健康リスク評価について、諸外国の取り組み状況と課題を調査し、整理した。特に、室内空気質のリスクアセスメントや建材の評価方法に関わる資料を収集し、解析した。さらに、日本の室内空気質規制の現状と課題を整理し、諸外国と対比した。国際機関や諸外国の室内空気質規制に関する報告書、関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび文献データベースで調査した。さらに、電子メール等で諸外国の関係組織に直接問い合わせる最新の情報を入手した。本研究で得た今後の研究課題を以下に示す。

- (1) 室内空気汚染物質のリスクスクリーニング。
- (2) 室内空気汚染物質の毒性データベースの充実。
- (3) 室内空気汚染物質の室内挙動に関する研究およびその挙動を考慮した室内空気質リスク評価スキームの開発。
- (4) 政策決定プロセスにおけるリスクコミュニケーションの導入。
- (5) 汚染物質の総放散量を抑制し、部材に特異的な放散物質の放散基準を定めたラベリングの充実と建材以外への対象部材の拡大。
- (6) 生物学的要因等の住まい方が関与する汚染物質の室内空気質ガイドラインの検討。
- (7) 低濃度化学物質の複合曝露による毒性発現メカニズムおよびリスク評価スキームの研究。
- (8) 高感受性集団の個人差や大人と子どもの呼吸量の差を考慮した室内濃度指針値策定スキームの開発。

### A. 研究目的

我が国では近年、いわゆるシックハウス問題等、建物の室内空気汚染が原因とされる、居住者の健康問題が社会的に大きくなり、厚生労働省はこれまで13の化学物質に対して室内濃度指針値を策定し、この問題に対応してきた。これらの指針値は、室内空気質の望ましい基準を示したものであり、規制とは異なる誘導的な解決手法の1つである。その後の2003年には、

室内における発生源が明確で、実態調査等により実際の建物で指針値を超過していることが確認されたホルムアルデヒドとクロルピリホスに対し、改正建築基準法により使用規制がなされるに至った。このような背景から、我が国の室内空気汚染による健康問題に対する施策は、大きな進展を遂げてきた。しかし、この問題には本質的に三つの課題が残されている。

第一の課題は、リスク評価の観点から規制対

象物質を優先付けした評価の必要性である。本来は対策を行うべき要因をリスクの大きさから優先付けし、規制することが必要であるが、従来は実際の建物の調査から汚染濃度が比較的高く、室内に発生源があると考えられる物質に、諸外国における既存の規制等を指標として用いているからである。

第二の課題は、家具や生活用品から空気中に排出される化学物質に対応する枠組みを考えることである。これは、室内空気質に対する取り組みは、建物側だけの規制では十分な対処ができないほど複雑な発生源が居住環境には存在しているからである。

第三の課題は、濃度指針値が策定された後、関係業界は指針値が策定されていない物質へと置き換える動きがあるが、これによる新たなリスクに対する取り組み方法に関して国際的にコンセンサスの得られた方法がないことである。

本研究は、これら三つの課題に対する取り組みを検討するにあたり、室内空気質規制における健康リスク評価について、その課題と諸外国の取り組みの状況を調査し、整理することが目的である。

## B. 研究方法

国際機関や諸外国の室内空気質規制に関連する報告書、関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび文献データベースで調査した。さらに、電子メール等で諸外国の関係組織に直接問い合わせて最新の情報を入手した。特に、室内空気質のリスクアセスメントや建材の評価方法に関わる資料を収集し、解析した。さらに、日本の室内空気質規制の現状と課題を整理し、諸外国と対比した。

## C. 研究結果

### 1. 室内空気質のリスクアセスメントの基本概念

リスクアセスメントは、1983年にアメリカ国立科学アカデミー(NAS)とアメリカ学術研究会議(NRC)が開発した基本原則が欧米諸国のリスクアセスメントのモデルとなっている。この原則は、アメリカ環境保護庁が採用し、欧州共同体委員会の委員会指令 93/67/EEC で参考にされている。

室内空気質のリスクアセスメントに関しては、欧州委員会の共同研究センター(JRC)の研究プロジェクトである欧州共同研究(ECA)が2000年に報告書を公表している。この報告書にある室内空気質リスクアセスメントの枠組みは、委員会指令 93/67/EEC (CSC 1993)を採用している。いずれも、有害性の同定、用量/反応アセスメント、曝露アセスメント、リスクの判定をリスクアセスメントの基本的な概念としている。

### 2. 室内空気質のリスクアセスメントの課題

室内空気質のリスクアセスメントには固有の限界や課題がある。そのため、室内空気質のリスクアセスメントを複雑にしている。主な課題は、低濃度汚染物質の複合曝露、室内空気汚染物質による症状の非特異性、室内空気汚染物質の挙動の把握と定量の困難さなどである。以下、これらの課題を概説する。

#### 2.1. 低濃度化学物質の複合曝露

室内空気中からは、約 900 種類の化学物質が確認されている。その排出源は、建材、家庭用品、暖房器具、家具、農薬、空調機器など、室内空間を取り巻く大半の製品である。つまり、室内空気汚染は、特定の化学物質に高濃度曝露する労働環境衛生問題とは異なり、多数の低濃度の化学物質に複合曝露する。

Molhave らは、容積当たりの重量(例えば mg/m<sup>3</sup>)で揮発性有機化合物(VOCs)の総量を表す総揮発性有機化合物(TVOC)の概念を提唱した。また、TVOC の用量と健康影響との関係を示唆する研究報告を行った。しかし、有害性の高い VOC が多く含まれている TVOC と、有害性の低い VOC が多く含まれている TVOC では、リスクの大きさが異なる。つまり、TVOC は毒性学の見地からガイドラインを設定することが困難である。そのため複合曝露のリスクを表すことはできない。

アメリカ環境保護庁(USEPA)は、化学物質の複合曝露によるリスクに関して1986年にガイドラインを公表している。USEPA のガイドラインは、個々の化学物質のリスクを総和した有害性指数を用いている。これはいわゆる相加モデルである。有害性指数が1以下なら許容できる。しかし1以上であれば、どれほど1を越えているか、あるいは許容可能なレベルを算出する際の不確実係数の大きさによってリスクの許容度が判断される。

しかし、実際に室内空気質のリスクを求めるには、多数存在する室内空気汚染物質の信頼できる許容濃度が全て把握できていなければならない。また、アルデヒド類、揮発性有機化合物、粒子状物質など、測定方法が異なる化学物質があるため、曝露レベルを把握するには膨大な時間と費用がかかる。そのため、実行可能な低濃度化学物質の複合曝露に関するリスク評価スキームを開発する必要がある。

## 2.2. 室内空気汚染物質の症状の非特異性

シックビルディング症候群(SBS)やビル関連疾患(BRI)は、室内空気汚染に起因する病態の1つである。しかしながら、これらの病態の症状は、慢性疲労症候群(CFS)や結合繊維筋痛症(FM)との類似性から、それらの病態との区別が臨床的に難しい。さらに、いわゆる多種化

学物質過敏症の症状も、これらの病態との類似性があり、さらに複雑にしている。これらの問題の1つの要因として、汚染物質に対する感受性の違いがあり、その基本的なメカニズムに関する研究が必要である。

特に、化学物質への曝露だけではなく、曝露時の諸条件が、その個体差間にみられる感受性の違いに関係しているのではないかと考えられる。この諸条件とは、温湿度、微生物汚染、ストレスなどである。

## 2.3. 室内空気汚染物質の挙動と定量における課題

室内空気汚染物質の室内挙動は複雑である。個々の化学物質の特性だけでなく、温湿度や反応性の高い物質の共存などの環境条件の影響も受ける。以下に主な事例を示す。

- (1) 一般に、揮発性有機化合物の中でも沸点が低い化学物質ほど、室内濃度が時間とともに減衰する時間が短い。つまり、建物の施工後、入居したときに高濃度の揮発性有機化合物があり、居住者に目や鼻の刺激などの症状が発現していたとしても、1ヶ月後に室内濃度を測定した際には濃度が低下して症状が軽減されていたということが起こりうる。
- (2) ホルムアルデヒドは、尿素樹脂中に遊離しているホルムアルデヒドが放散される場合と、尿素樹脂が空気中の湿気で加水分解して放散される場合がある。尿素樹脂は、合板などの木質合板の接着剤として利用されてきた。概して尿素樹脂からの放散は、加水分解による放散が支配的である。そのため、ホルムアルデヒドの室内濃度は、高温多湿である夏場に高く、低温低湿度である冬場に低いという挙動を年々繰り返しながら、徐々に室内濃度が低下する。そのため、ある冬場に低濃度であったとしても、

翌年の夏場にはさらに濃度が上昇するという挙動を引き起こす。

- (3) 化学物質が室内のさまざまな要因で化学反応を引き起こし、新たに刺激物質が生じる現象が報告されている。このような汚染は、建材から最初に放散される初期放散 (Primary emission) に対して二次放散 (Secondary emission) と呼ばれている。欧州連合がリスクアセスメントを行うべき 13 の優先評価物質を選定し、その作業を進めている。評価対象物質の中に、 $\alpha$ -ピネンと d-リモネンがある。ドイツ連邦環境庁は、 $\alpha$ -ピネンなどの二環式テルペンの室内空気質ガイドラインを策定している。これらの化学物質は、オゾンとの共存による気道に対する強い刺激が懸念されているからであり、二次放散物質による室内汚染が考慮されている。

室内空気汚染物質の室内挙動は、曝露評価に影響する。どの時点で測定したデータを用いたか、あるいは室内濃度の減衰をどのように見積もるかが重要となる。さもなければ、リスクを過小に見積もることもあれば、過大に見積もることもあろう。

二次放散は、化学物質間の反応を予測あるいは把握しなければならない。 $\alpha$ -ピネンや d-リモネンは、毒性としてはさほど強くない。しかし、オゾンとの共存で気道に対する刺激が強まるのであれば、そのリスクを適正にアセスメントするスキームとリスクマネジメントが必要となる。これらの室内空気汚染物質の室内挙動に関しては、これらのスキームに関するさらなる研究が必要である。

### 3. 諸外国の室内空気質規制におけるリスク概念

リスクアセスメントは、リスクマネジメント

を行うべき汚染物質の優先付けに利用できる。室内空気質ガイドラインが策定されている諸外国において、リスクアセスメントに基づいて室内空気質ガイドラインを策定する汚染物質の優先付けを実施した諸外国は見あたらなかった。いずれも、各国の実情や他国を参考にしたものであった。以下、諸外国の規制対象物質の優先付け方法、健康リスクの概念を取り入れた建材評価法、総量規制としての総揮発性有機化合物 (TVOC) 概念の諸外国の取り扱い状況、室内空気中の化学物質のリスクアセスメントにおいてドイツが採用している不確実係数の概念について概説する。

#### 3.1. 規制対象物質の優先付け

アメリカ環境保護庁は、室内空気汚染は公衆衛生に対する 5 大環境リスクのうちの 1 つであると 1993 年に報告している。多くの諸外国が公衆衛生における室内空気汚染の重要性を認識している。多数存在する室内空気汚染物質のうち、規制等の取り組みを行う物質をどのように諸外国が選定しているか以下に概説したい。

##### 3.1.1. 欧州連合

共同研究センター (JRC) が 2003 年に公表した優先評価物質の選定基準は次の通りである。

- (1) 室内に強い発生源があること
- (2) アレルギーや喘息に対して高い感受性を示す毒性があること
- (3) 人の健康に対して既知の有害な影響があること

ただし、すでに EU 指令等で規制がなされているラドンや環境たばこ煙は、優先評価対象物質から除外された。また、室内空気汚染のメカニズム、毒性、曝露経路等に関する情報が不足しているリン酸エステル系の難燃剤は優先評価物質から除外された。

### 3.1.2. アメリカ環境保護庁

アメリカ環境保護庁が優先的に取り組んでいる室内空気汚染物質は、ラドン、受動喫煙、一酸化炭素である。アメリカ環境保護庁の Slack 氏によると、これらの化学物質が優先取り組み物質として選定されている理由は、年間死者数が多いからである。アメリカでは死亡の原因となる製品には注意が払われてきた。しかし、健康影響がより小さい（咳き、くしゃみ、喘息）製品には、ほとんど注意が払われてこなかったとの見解をいただいた。

アメリカ環境保護庁(USEPA)は、室内空気汚染化学物質の健康リスクの順位付けについて研究レベルで調査を行っている。この調査報告は、2000年12月に「Ranking Air Toxics Indoors：室内有害化学物質ランキング」という題目で作成されている。この調査の目的は、室内空気中から検出されている多種類の化学物質のリスクをスクリーニングすることであった。

これまで USEPA が実施した研究報告等、主に 1990 年代に調査された室内濃度の報告書から 112 種類の化学物質を選定している。そして、健康ベースの曝露基準値やガイドラインを用いて汚染物質のリスクベース濃度(RBCs)を算出している。最終的には、室内濃度/RBCs を算出してリスクランキングを作成している。しかし、信頼できる毒性データを有していた評価可能な化学物質はわずか 50 であった。

ランキングの結果、ホルムアルデヒドのリスクが高かった。また、ヘプタクロル、アルドリン、ディルドリン、クロルダンなど、現在では規制されている有機塩素系殺虫剤や、アセトアルデヒドのリスクが高かった。

### 3.1.3. カナダ保健省

カナダ保健省の環境と労働衛生に関する諮問委員会が 1989 年に室内空気質ガイドライン

を公表している。ガイドラインが設定された室内空気汚染物質の選定基準は、次の通りである。

- (1) 人の健康影響を引き起こす可能性があること
- (2) 室内に存在する可能性があること

ただし、定量評価が不可能な物質、あるいは人の曝露限界値に関するデータが不適切と思われる物質は除かれる。

### 3.1.4. 中国国家環境保護総局

2002 年に「室内空気質基準 (GB/T18883-2002)」を公布している。基準が作成された化学物質の選定は、以下に示す中国の室内空気汚染の実情が考慮されている。

- (1) 発達地域や都市部の建物では、風量、温湿度とホルムアルデヒド、ベンゼンなどの汚染物質が問題となっている。
- (2) 未発達地域では、調理や暖房時に使用される炭から排出される一酸化炭素、二酸化炭素、二酸化窒素が問題となっている。

### 3.1.5. イギリス保健省

イギリス保健省の「空気汚染物質の医学的影響に関する委員会 (COMEAP) が 2004 年に一般住宅を対象とした「室内空気汚染物質の健康影響に関するガイダンス」を公表し、室内空気質ガイドラインを策定している。その予備検討における選定基準を以下に示す。

- (1) 健康および毒性データから、一般家庭の人々に対して有害性があると確証できる物質
- (2) 室内空気質に影響する因子としては、化学物質以外に、カビやペットアレルゲンなどの生物汚染物質を考慮する
- (3) 基本原則として、温度や湿度などの物理的なパラメーターも考慮する

最終的には、受動喫煙(ETS)、ラドン、殺虫剤に関しては、COMEAP の管轄ではないため

除外された。また、粒子状物質のガイドライン策定は現在の知見では実現不可能のため除外された。また、TVOC に関しては、健康影響を評価する十分な情報がないこと、室内空気質の汚染指標として利用されてきたが、最近ではその利用が減少していることから、ガイドラインの策定対象から除外された。

### 3.2. 建材評価法

#### 3.2.1. ドイツ連邦環境庁

ドイツ連邦環境庁の「建材の健康影響評価委員会(AgBB)」が、建材から放散される揮発性有機化合物の健康影響評価方法を 2002 年に発表した。この評価方法の特徴は、以下の通りである。

- (1) 炭素数 6～16 個までの VOCs の総量 (TVOC)および炭素数 16～22 個までの半揮発性有機化合物(SVOC)の総量の放散基準を定めている。
- (2) VOCs に最小影響濃度(LCI)を定め、チャンバー試験で検出される個々の VOCs の健康リスクを総計して評価 (室内用途適合基準 :  $R = \sum C_i / LCI_i \leq 1$ ) している。

LCI が設定されている化学物質は、2003 年 6 月時点で 138 物質である。この評価方法は、2004 年までを導入期としており、すでにドイツのラベリング RAL の床用接着剤や布張り家具に適用されている。

しかしながら、AgBB スキームには以下の 2 つの問題点が見受けられた。

- 1) 室内用途適合基準値 R の計算方法でエンドポイントが異なる化学物質のリスクを相加する可能性がある。
- 2) LCI 作成時の労働環境基準値の選定において、同じ化学構造分類の化学物質であれば、LCI を同じ数値にできるように規定している

基本的に、複合曝露のリスクの相加モデルはエンドポイントが同じ化学物質のリスクを相加する。また、同じアルデヒド類でも、ホルムアルデヒドとノナナールの最小影響濃度は同じではない。このことは、我が国の室内濃度指針値から明らかである。これらの方法を用いると、相加された化学物質のリスクを誤って見積もる可能性がある。

#### 3.2.2. デンマーク室内気候ラベリング

室内気候ラベリングの建材評価法には揮発性有機化合物(VOCs)の試験がある。この試験は第 1 段階の化学分析試験と第 2 段階の感覚試験からなっている。これら 2 つの試験に合格すれば、室内気候ラベルが認証される。

化学分析試験では室内許容可能濃度(CL<sub>i</sub>)と小型チャンバー試験の気中濃度(Cs<sub>i</sub>)が比較される。複数の刺激物質が存在する場合には、刺激閾値をエンドポイントにした相加モデルが使用される。

$$\sum_{i=1}^n \frac{Cs_i}{CL_i} < 1$$

### 3.3. 総量規制

室内空気からは 100 種類以上の化学物質が検出されている。そのため室内空気の汚染の程度をあらゆる指標として、揮発性有機化合物(VOCs)の量を総じた総揮発性有機化合物(TVOC)が提唱されている。TVOC の室内空気質ガイドラインは、化学物質の毒性評価から定めることができず、健康影響との関連性を明白に示すことができない。そのため、スウェーデン社会福祉局は室内空気の健康リスクをあらゆる指標として TVOC を使用できないとしている。そして、同一の材料を規定の評価法で試験し、建材を分類するための指標として用いることはできると述べている。



しかし、現実には個別のガイドラインだけでは多種類の化学物質で汚染された室内空気を良質にすることは難しい。また、VOCsによる室内空気汚染は健康影響を生じる原因となりうる。そのため、多くの諸外国で TVOC のガイドラインが定められており、それに代わる新しい手法は導入されていない。また、諸外国のラベリングでは、基本的に VOCs を放散すると考えられる建材に対して TVOC の放散基準が定められていた。これらの概要を表 1、表 2 に示す。

### 3.4. 不確実係数

リスクアセスメントで使用される不確実係数は、同種関係数として一般的に 10 を使用している。しかし近年、子どもと大人の体格の違いや環境リスクに対する感受性の違いから、その数値の妥当性が懸念されている。

ドイツ連邦環境庁が、胎児期、乳児期、幼児期、就学前児童から青年期の各発達段階の曝露状況、毒物動態学、毒物動力学、騒音、紫外線や電磁波への曝露、社会経済的要因等を子どもと大人の違いから検討している。そして、ドイツ国内で実施される規制等の数値を定めるに当たり、特に子どもを対象とした安全要因がどのように適当されるかについての概要をまとめている。これによると、最も脆弱度が高い年齢群であっても、個体間の差を適正に考慮した対応が確実に取られるためには、現在一般的に使用されている同種関係数 10 は適正であるとしている。

ただし、室内空気に関しては、子どもは大人よりも体重あたりの呼吸量が多いことから、さらに 2 を掛けた同種間係数 20 を使用すべきとしている。この係数は、ドイツ連邦環境庁の室内空気衛生委員会(IRK)が提唱したものである。IRK が定めた室内空気質ガイドラインのうち、トルエン、ジクロロメタン、スチレン、水銀、

二環式テルペン、ナフタレンで子どもの不確実係数 2 が採用されている。

## 4. 最新の研究による新たな知見と諸外国の対応

### 4.1. ポリ塩化ビフェニルによる室内空気汚染

スイス連邦公衆衛生局(SFOPH)がポリ塩化ビフェニル(PCBs)の室内空気質ガイドラインを 2002 年に勧告している。PCBs の汚染源は建物に使用される弾性シーリング材やコーキング材等の目地材であり、住宅よりも学校の建物に焦点が当てられている。

Kohler らがスイスの 29 の建物を調査したところ、PCBs を含む目地材が使用された建物では最大 13000 ng/m<sup>3</sup>の PCBs が室内空気中から検出されている。さらに、コプラナーPCB も検出されており、一日摂取量に換算して最大 0.6 pg TEQ/kg 体重検出されている。

### 4.2. 床材のフタル酸エステル類と子どものアレルギー症状

スウェーデンとデンマークの研究者らが、スウェーデンの 400 人の子どもを対象に実施した室内ダストのフタル酸エステル類とアレルギー性疾患に関する調査結果を 2004 年に発表した。この調査では、室内ダストの DEHP と喘息、同フタル酸ブチルベンジル(BBzP)と鼻炎およびアトピー性皮膚炎の有症率に統計的に有意な関係が示唆された。そして、DEHP と BBzP は、塩ビの床材が使用された寝室の室内ダストに多く含まれていた。この調査結果はデンマークで大きな反響を呼び、デンマーク議会で質疑がなされている。その中で Hedegaard 環境大臣は、フタル酸エステル類はアレルゲンではないが、他のアレルゲン物質の影響を増幅させる作用がありうると述べている。そして、環境保健に関する政府戦略において、アレルギーの誘発とフタル酸エステル類

のアレルギー効果増強の関連性について研究を開始していると述べている。

この研究は 2005 年末に完了予定である。環境大臣は、この研究が完了するまで次のステップへ移行しないと述べている。

## 5. 日本の室内空気質規制の現状と課題

我が国における室内空気汚染に対するこれまでの取り組みを整理し、残された課題を明らかにした。この研究は、2004 年 9 月 29 日から 10 月 1 日にかけてリトアニアのビリニュスで開催された第 2 回 WHO 住宅と健康国際シンポジウム(2<sup>nd</sup> WHO International Housing and Health Symposium)で発表した。得られた課題を以下に示す。

- 1) 代替物質によるリスクの予防策
- 2) 健康リスク評価の観点から規制対象物質を優先付けした評価手法の開発
- 3) 健康リスクの概念を取り入れた化学物質の総量規制の枠組みの構築
- 4) ホルムアルデヒド以外の化学物質を含めたラベリングの充実
- 5) 化学物質を放散する家庭用品に対する取り組み
- 6) 高感受性集団の個人差を考慮したリスク評価手法の開発

これまで述べてきた研究結果の詳細は、後述する「調査資料のまとめ」に解説した。

## D. 考察

本研究の目的で示した三つの課題は以下の通りである。

- (1) 健康リスク評価の観点から規制対象物質を優先付けした評価の必要性
- (2) 家具や生活用品から空气中に排出される化学物質に対応する枠組み
- (3) 代替物質によるリスクの予防策

本研究で我々は、日本の室内空気質規制の歴史と現状を詳細に調査し、6つの課題を導き出した。上記3つの課題は、これら6つの課題に含まれる。

以下、規制対象物質の優先付け、建材以外の汚染源対策、総量規制に対する取り組み、代替物質のリスク予防策、高感受性集団の個人差を考慮したアセスメントの5つにまとめて諸外国の現状と対比しながら対策と課題を整理した。

### 1. 規制対象物質の優先付け

室内空気質ガイドラインが策定されている諸外国の規制対象物質の選定は、いずれも各国の実情や他国を参考にしたものであった。アメリカ環境保護庁が室内空気汚染物質の健康リスクに基づいたスクリーニングを行っていた「Ranking Air Toxics Indoors: 室内有害化学物質ランキング」。しかし、曝露データにいくつかの不確実性があった。例えば、屋外の曝露を含む個人曝露データが使用されていること、短時間の曝露データが使用されていること、使用建材の製造後の経過時間が長いと汚染物質の放散量が減衰して曝露濃度が変化することなどである。

予備検討として室内空気汚染物質のリスクをスクリーニングすることは可能である。スクリーニングにより、優先評価対象物質を絞ることができる。しかし、それだけで規制対象物質の優先付けを行うには高い不確実性が伴う。

我が国では一般居住環境の室内空気を対象とした化学物質のリスクスクリーニングは実施されていない。これまで策定された13の化学物質の室内濃度指針値以降の取り組みを検討するうえで、室内空気汚染物質のリスクスクリーニングを行う必要がある。そのうえで、スクリーニングにおけるデータの不確実性を考慮し、室内空気質ガイドラインの対象を検討す

る必要がある。

一方、アメリカ環境保護庁のリスクスクリーニングで選定された 112 の化学物質のうち、リスク評価を実施するために必要なリスクベース濃度(RBCs)の決定が可能であった化学物質は、そのうち 50 物質に過ぎなかった。信頼できる室内空気汚染化学物質の毒性データベースを充実させることは、今後の重要課題である。また、室内空気汚染物質の室内挙動はリスクアセスメントの曝露評価に大きく影響する。リスクを過小あるいは過大に見積もらないためにも、室内空気汚染物質の室内挙動に関してさらなる研究が必要である。そして、その挙動を考慮した室内空気質リスク評価スキームを開発する必要がある。

なお、諸外国の室内空気質ガイドライン策定過程において、一般市民や関係業界等のステークホルダーを交えたリスクコミュニケーションが実施された事例はみあたらなかった。ステークホルダー相互の意志疎通をはかるためにも、室内空気質ガイドラインの定義と取り扱い、住まい方に関わる汚染源とその対策に関する情報などについて、パンフレットやファクトシートなどの一方向の情報提供だけでなく、政策決定プロセスにおいてステークホルダー交えたリスクコミュニケーションを実施する必要がある。

## 2. 建材以外の汚染源対策

室内空気を汚染する化学物質の放散源は、内装建材、建具、家具、家庭用品、暖房調理器具など多種類存在する。室内空気質ガイドラインを満たすためには、建築に使用する、あるいは室内に持ち込むこれらの製品の選定が重要となる。そこで、化学物質の放散速度に応じて製品を分類したラベリングが諸外国で開発されている。

表 2 から明らかなように、我が国のラベリン

グは建材が中心となっている。また、ラベリングの対象物質はホルムアルデヒドが中心となっている。諸外国も我が国と同様に建材が中心である。しかし、最近ではアメリカのグリーンガードが消費者製品、電気製品、清掃用品、オフィス機器、繊維製品を対象部材に含めている。また、諸外国のラベリングの対象物質は、その多くがホルムアルデヒド以外に総揮発性有機化合物(TVOC)を採用している。さらに、対象部材に特異的な放散物質に放散基準が定められている。例えば、コピー機から排出されるオゾンや粉じん、カーペットから放散される 4-フェニルシクロヘキセンなどである。基本的に、TVOC で揮発性物質の総量を抑制し、部材に特異的な放散物質に放散基準を定めている。今後、我が国においても、汚染物質の総放散量を抑制し、部材に特異的な放散物質の放散基準を定めたラベリングの充実を進めていく必要がある。その際には建材以外の汚染源まで対象部材を拡大する必要があると考えられる。

表 1 に諸外国の室内空気質ガイドラインの概要を示す。例えば、ハウスダスト、細菌、カビなどの生物学的要因、化石燃料の燃焼に伴い排出されるベンゾ[a]ピレンなどに室内空気質ガイドラインを策定している諸外国がある。これらの汚染源は、特定の部材や製品が室内空気汚染に関与しているとは限らない。むしろ、湿度管理、部屋や寝具類の清掃などの住まい方が関与する。これらの室内空気汚染物質については、室内空気質ガイドラインで健康影響の指標を提供し、居住者や施設管理者による改善を促進することが汚染源対策として有効であると考えられる。

## 3. 総量規制に対する取り組み

室内空気汚染は、特定の化学物質に高濃度曝露する労働環境衛生問題とは異なり、多数の低濃度の化学物質に複合曝露する。それゆえ、化

学物質の総量を抑制する取り組みが必要とされる。

本研究の調査から明らかなように、諸外国の室内空気質に対する総量規制の取り組みは、主に総揮発性有機化合物(TVOC)の概念を採用することであった。スウェーデン社会福祉局の報告にあるように、室内空気の健康リスクをあらゆる指標として TVOC は使用できない。しかし、同一の材料を規定の評価法で試験し、建材を分類するための指標として TVOC を用いることは可能である。

表 1 から明らかなように、室内空気質ガイドラインを策定している 13 の国や州のうち、TVOC の室内空気質ガイドラインを策定している国や州の数は 8 であった。一方、表 2 から明らかなように、諸外国のラベリングの多くが TVOC の放散基準を設定している。我が国のラベリングで TVOC が採用されているのは壁紙のみである。室内空気質ガイドラインを毒性学的見地から策定できない現状を踏まえれば、汚染源の総量を抑制するラベリングの充実が我が国の今後の課題であると考えられる。

TVOC にリスクの概念を導入している建材評価法が 2 つある。ドイツの AgBB とデンマークの室内気候ラベルである。これらの評価法は、複数の VOCs が存在する場合にリスクの相加モデルを導入している。そして、それぞれ独自の毒性データベースを作成している。AgBB は最小影響濃度(LCI)、室内気候ラベルは VOCBASE である。しかし、前述のように信頼できる室内空気汚染化学物質の毒性データベースの情報量は少ない。LCI が定められた化学物質は 2003 年 6 月時点で 138 物質である。これほど多くの化学物質の LCI が定められている理由の 1 つは、アルデヒド類やアルコール類など、同じ構造分類の化学物質であれば、LCI を同じ数値にできる規定を採用しているからである。しかし、同じアルデヒド類でも、ホル

ムアルデヒドとノナナールの最小影響濃度は同じではない。このことは、我が国の室内濃度指針値から明らかである。さらに AgBB スキームの相加モデルは、エンドポイントが異なる化学物質のリスクを相加する可能性がある。しかし基本的に複合曝露のリスクの相加モデルは、エンドポイントが同じ化学物質のリスクを相加しなければならない。これらのことから、AgBB スキームは、相加したリスクを過小あるいは過大に見積もる可能性が大きな課題として残されている。

VOCBASE は 800 種類以上の VOCs の臭気閾値(OT)と目や鼻や気道の刺激閾値(IT)がデータベース化されている。そのため、神経毒性や生殖毒性などの他のエンドポイントは評価できない。

室内空気中には TVOC 以外にも多種類の化学物質が存在する。例えば、フタル酸エステル類などの半揮発性有機化合物(SVOC)、クロルピリホスやベンゾ[a]ピレンなどの粒子状物質(POM)である。化学物質の総量を抑制する取り組みは、TVOC のみならず、これらの化学物質を含めた複合曝露のリスクを考慮しなければならない。しかし、複合曝露のリスク評価にはいくつかの課題がある。現実には複合曝露のリスクを相加しても、単純には相加通りの結果は得られない。基本的に、化学物質の毒性は、代謝酵素活性がある閾値を超えた場合に代謝システムの限界を超えて影響が出現すると考えられる。そのため、化学物質の複合曝露は、エンドポイントではなく、複数の化学物質への曝露によって、代謝酵素活性の限界を超えているかどうかを定量的に把握する必要があると考えられる。また、ベンゼンやフタル酸エステル類のように、代謝産物が強い毒性を有するものがある。つまり、代謝半減期が異なる化学物質が複数混合している場合、代謝産物との複合曝露も考慮しなければならない。これらのことか