

室内空気環境と健康に関する海外の先端研究について

健康影響低減部会 部会長 吉野 博(東北大学大学院 教授)

1. 視察の概要

近年、室内空気質における汚染物質としては、ホルムアルデヒドから VOC へと移行しつつあり、欧米では湿気が原因で生じるダンプビル(じめじめした建物)における MVOC による健康被害、特に児童の健康問題との関連が大きな研究テーマとなってきた。今回の視察では、カナダ・米国において、室内空気環境と健康の問題に取り組んできている著名な研究機関を視察すると共に、カナダではワークショップを開催して、我が国の研究者との情報交換を図ることを目的に企画した。訪問は2008年11月16日～22日に行い、訪問機関は以下の5機関である。カナダ住宅金融公庫(CMHC)、カナダ国立科学研究所(NRC)、ヘルス・カナダ(HC)、米国環境保護庁(EPA)、米国住宅都市開発省(HUD)。表に各機関での参加者と発表タイトルを示す。日本からの参加者は以下の7名であり、話題提供のために各自発表を行った。吉野 博(東北大学大学院)、池田耕一(国立保健医療科学院)、林 基哉(宮城学院女子大学)、長谷川兼一(秋田県立大学)、阿部恵子(環境生物学研究所)、伊藤邦男(東京ガス株式会社)、宮崎裕樹(大建工業株式会社)。

表 各機関の参加者と発表タイトル

	氏名	所属	発表タイトル
CMHC	Daney Jiang	CMHC	
	Don Fugler	CMHC	カナダの新築住宅の換気
	Ken Ruest	CMHC	幼児の健康と住宅特性、微生物濃度
	Marie-Eve Heroux	HC	HCでの最近の空気質調査
	J. David Miller	Carleton Univ.	カナダでの住宅と健康に関する研究
	Anil Parekh	NRCan	カナダの住宅の断熱気密性能
	Duncan Hill	CMHC	カナダの集合住宅における換気
	F. Haghghat	Concordia Univ.	
	Virginia Salares	CMHC	The Breathing Space
Asako Hasegawa	NRC		
NRC	Morad R. Atif	NRC	IRC(建築研究部門)での健康住宅研究
	Jennifer. Veich	NRC	カナダでの建築と健康科学のネットワーク
	Hans. Schleibinger	NRC	室内空気質に関する研究
	Asako Hasegawa	NRC	
HC	Jiping Zhu	HC	全国レベルの空気環境調査
	John Marshall	SC	住宅と環境調査
	Jeanine Bustros	SC	カナダでの住宅と健康の調査
	Amanda Wheeler	HC	
	Gordon Dewis	SC	
	Asako Hasegawa	NRC	
EPA	Jim Jetter	EPA	
	Marsha Ward	EPA	カビと呼吸器系アレルギー性疾患
	Timothy Dean	EPA	微生物汚染に関する研究の紹介
	Doris Betancourt	EPA	微生物汚染としてのMVOC
	Heekwan Lee	Unv. of Incheon	
	Nancy	EPA	EPAでのリスク管理
HUD	Jon Gant	HUD	
	Peter J. Ashley	HUD	HUDの健康住宅プログラム
	Tiina Reponen	Unv. of Cincinnati	カビ汚染された住宅の調査プロトコール
	Steve Vesper	EPA	環境相対カビ指数
	Mary Jean Brown	CDC	健康住宅の活動
	Laureen Burton	EPA	EPAの室内空気環境に対する取り組み
	Dorr G. Dearborn	Case Western Univ.	カビと湿気と呼吸器系疾患との関係
	David E. Jacobs	NCHH	健康住宅への取り組みの紹介

2. カナダ住宅金融公庫(CMHC)

CMHCは、戦後の住宅供給を促進するため1946年に国家機関の一つとして設立され、主に住宅建設に必要な資金の融通を支援する他に、良質な住宅供給を支えるための政策提案や情報を提供している。

2.1 カナダでの住宅と健康に関する研究(発表者：J. David Miller, カールトン大学)

カナダでは、住宅と健康に関する数多くのプロジェクトの実績があり、1960年代以降はラドン問題、1970年代以降は、建物の気密化に伴って化学物質濃度上昇や壁体内部のカビ発生が懸念されている。1984年の住宅調査では、VOC やカビ、ダスト、浮遊粉塵、換気量などを調査し、多くの空気環境上の問題点があることを把握、カビやダンプネスは喘息発症を50%高め、上部気道疾患を60%高めるエビデンスを得た。これら住宅調査はカナダ東西域を網羅しており、得られた知見はガイドライン整備に反映している。例えば、ラドン(1998年)、ホルムアルデヒド(2005年)、カビ(200年)、ラドン・改定版(2007年)等。

2.2 HC での最近の空気質調査(発表者：Marie-Eve Heroux, HC)

HC では、IAQ ガイドラインの作成、空気質発生・暴露に関する不足データの充足、種々の異なる地域での調査結果を比較、新しい法規制を立案する際の基準作成、などの観点から実測調査を継続して行っている。

2.3 幼児の健康と住宅特性、微生物濃度(発表者：Ken Ruest, CMHC)。

PEI 地域の妊婦 380 名に対して協力を依頼し、調査時期は主に冬季。微生物濃度として、エルゴステロール+ (1, 3)D グルカン、カビ毒、浮遊真菌数、付着真菌、ダスト内のカビ、ダニアレルゲン、猫アレルギーを測定。住宅特性、住まい方をアンケートした。また、目視できるカビの面積を計測した。カビ発生と関連する要因として、築年数、補助暖房器の種類、床の汚れ、低い気密性能、開放型ストーブ、地下室での水使用、高湿度、低い室温が挙げられる。一方、カビ発生が少ないことと関連する要因は、機械換気、掃除、高い気密性能、新築、安定した室温である。カビの発生は建物特性のみでは説明できず、住まい手の生活スタイルは重要な要因である。

2.4 カナダの住宅の断熱気密性能(発表者：Anil Parekh, NRCan)

NRC(National Resources Canada)では住宅の省エネ化に向けた技術や情報提供を行っている。また、カナダにおける住宅関連データを分析しているとともに、それらを提供している。住宅ストックは約 1,320 万件あり、半数以上が 1960 年代以前に建設されている。戸建て住宅が 58%、集合住宅が 30%占めており、使用エネルギー源は電気 38%、天然ガス 46%、灯油 7%である。住宅データベース EnerGuide は、1998～2006 年に約 266,000 件の住宅を対象に調査し、83,000 件以上の住宅に対して改修前後の詳細データを収集。データは、住宅形式、階数、住宅プラン、築年数、断熱の状況、気密性能、暖房・換気設備の種類などである。建設年が新しいほど、断熱気密性能は高くなっており、住宅のエネルギー消費効率は向上している。このような傾向に対しては、室内空気を清浄に保つために機械換気システムの設置は必須である。

2.5 カナダの新築住宅の換気(発表者：Don Fugler, CMHC)

カナダでは換気回数が 0.3 回/h 以下の住宅が多いことがわかった。IAQ の住宅調査では、換気回数が 0.3 回/h 以下の場合に化学物質濃度が高くなることが示されているため、機械換気システムの設置は必須である。HRV(熱交換機付き第 1 種換気)を設置している住宅の調査では、冬季に換気システムを常時運転させている割合は 80%、春や秋、夏では 15%である。HRV が設置されているにも関わらず、そのことを認識していない居住者もいる。HRV の使用方法とメンテナンスを徹底させることは重要である。

2.6 Breathing Space(発表者：Virginia Salares, CMHC)

CMHC が設計施工した化学物質過敏症患者用の建物である。主な特徴は以下の通り。カナダの

住宅は地下室があるが、地下室は換気もされずカビ汚染されやすいので地下室の無い構造とする。床暖房とし、床表面にはフローリングやカーペットは使用せずタイル張りの床にする。壁や天井表面のベニヤ板部分の塗料は粘土ベースの塗料で色素と無機化合物を添加することで着色している低 VOC 塗料を使う。アスファルトを使わずスチールルーフとすることで臭気を防止する。熱交換型換気システムとする。台所のキャビネットは上下に給排気口を設け、住宅内にダクトを設けて各室上部から排気する、等。また、カナダには約 50 名の House detective がおり、住宅を訪問しどこに問題があるかを見つけ、適切な対策をアドバイスしている。

3. カナダ国立科学研究所(NRC)

NRC は、カナダ国立の研究所(4,200 人の常勤職員と 1,446 人の客員研究員)であり、25 分野の研究所・技術センター(軍事研究はなし)により構成されている。

3.1 IRC(建築研究部門)での健康住宅研究(発表者:Morad R. Atif, NRC)

IRC では、建物や外皮の構造、室内環境、火災研究、都市インフラ研究を行い、伝統的に建築基準法の学術的情報を提供している。2 年前から、40 数種類の建材データベースの構築やカビ研究などの健康建物研究を開始した。光環境と健康、健康科学研究のネットワーク構築、健康と換気、室内空気質維持のための技術評価法の開発などを行っている。夜間の照明が人間の生体リズムを乱し、その結果、乳ガンのリスクを増加させることや、騒音への曝露により心臓疾患への影響があるなど、光、音環境も含む広範な環境を対象としている。

3.2 室内空気質に関する研究(発表者:Hans. Schleibinger, NRC)

建材からの化学物質の放散量のデータベース(69 種類の建材、90 種類の VOC を対象)を構築している。また、カビの研究では、カビの検知システムの構築、カビ発生によるリスク評価、カビ汚染の防除方法の技術開発を行っている。

4. ヘルス・カナダ(HC)

Health Canada はカナダの人々の健康管理を目的とするカナダ政府の機関で、日本の厚生労働省に相当する。科学的な調査、長期健康管理の相談、疾病予防のための情報発信、および健康奨励を行っている。

4.1 全国レベルの空気環境調査(発表者:Jiping Zhu, HC)

CHMC のサンプリングフレームワークを用いて、4,000 戸の調査を目標としている。2009 年 1 月にプレテストを行い、同年 9 月からサンプリングを開始し、VOC の計測など 2 年間継続の予定。また、住宅で使用されるペンキに含まれる鉛が問題となっている。

4.2 カナダでの住宅と健康の調査(発表者:Jeanine Bustros, SC)

2 年間にわたり 5,000 人を調査し、その中から 6~79 才を 5 つのグループにわけて統計調査、2007~2009 年にはモービル・クリニックにより全住宅を訪問している。モービル・クリニックでは、体力測定、血液検査、尿検査を行う。

5. 米国環境保護庁(EPA)

EPA 市民の健康保護と自然環境の保護を目的とする行政機関であり、日本の環境省に相当。本部はワシントンにあり、10ヶ所の地方支部局および 10 数カ所の研究所を設置。組織のミッションは、人の健康および、大気・水質・土壌などに関する環境の保護・保全などである。

5.1 カビと呼吸器系アレルギー性疾患(Marsha Ward, EPA)

アメリカにおける喘息患者は年々増加傾向にあり、5 歳から 14 歳が他の年齢層と比較して高い。

カビは喘息や SBS と関連していることは明らか。米国ではクロス内部に繁殖するカビ (Stachybotrys) から発生する MVOC に注目している。Stachybotrys chartarum とダニレルゲン (Der1) に含有する IgE 抗体量は、カビの方が高いことを把握しており、カビの方がダニよりもアレルギー発症リスクが高い。

5.2 微生物汚染としての MVOC (Doris Betancourt, EPA)

Stachybotrys chartarum から発生する MVOC を測定するシステムを開発し、発生量を評価。

6. 米国住宅都市開発省 (HUD)

住宅や都市に関する政策を策定、実行するために 1965 年に設立。全アメリカ人に対し、安全で清潔な家と生活環境を提供することが使命である。住宅取得者を増やすこと、地域コミュニティの発展を支援すること等を推進している。

6.1 HUD の健康住宅プログラム(発表者: Peter J. Ashley, HUD)

HUD では、住宅での健康と安全に対するハザードの実態調査や、ハザードを減じる方策の普及への支援を行っている。特に、低所得者に対するハザードを減じるための費用対効果の大きい予防手段に着目している。優先順位の高いハザードとして、アレルゲン、カビ・湿気、昆虫・齧歯類、家庭内事故・火災、鉛、ラドン、アスベスト、燃焼物質が挙げられる。ハザードを減じるための横断的な方策として、過度な湿気を除去やダスト(アレルゲンなど)の抑制、室内空気環境の改善、教育・救済に取り組んでいる。

6.2 健康住宅の活動(発表者: Mary Jean Brown, CDC)

Healthy Home の活動は、物理的な建築物である“Housing”を人が住む家“Home”にすることである。健康を阻害する要因は種々あるが、不適切な換気やダンプネス、ペスト、鉛には注目すべきである。鉛入りペンキは全米で 1.2 百万の住宅で使用されている。

6.3 EPA の室内空気環境に対する取り組み(発表者: Laureen Burton, EPA)

室内で過ごす時間は一日の 90% を占め、室内の汚染物質濃度は屋外の 2~5 倍高いため米国では室内空気環境に注目している。また、環境リスクの上位 5 つが室内環境にある。室内空気質への対応で、年間 1,500 億ドル~2,000 億ドルの高額なコストを負担している。対策の優先順位は、ラドン、喘息、学校、喫煙、室内空気清浄パートナーシップ、カビ、居住者へのガイダンス、商業・工業界へのガイダンス、気候変動と室内空気質である。

6.4 カビ汚染された住宅の調査プロトコール(発表者: Tiina Reponen, シンシナティー大学)

ハリケーン(カトリーナ)の影響で、カビ問題が顕在化した。カビは呼吸器系疾患と関係が深い、知見(エビデンス)は極めて少ないのが現状である。カビは孢子以外に、孢子や菌糸の破片も浮遊している。破片の方が表面積は大、浮遊時間が大、肺の奥に到達、などの理由により、アレルゲンとしてのリスクが大きい。これまでカビ孢子の数で評価してきたが、今後は破片も考慮すべきである。また、CCAAPS (Cincinnati Childhood Allergy and Air Pollution Study, シンシナティーの子供のアレルギーと大気汚染調査を行っている。これは、乳児を持つ 7,532 の家庭から、758 名の乳児を対象としている。また、HUD では、6~7 歳の子供を対象とした疫学調査を企画し、ヒアリング、カビ発生・結露の観察を主に行い、環境要因調査として、浮遊真菌、(1-3)-D-グルカン、カビ毒素、猫・犬・ダニ・ゴキブリ・ネズミアレルゲン、相対カビ指数を把握する。