ミニ特集 住環境における健康リスク要因とそのマネジメント

住環境の健康リスク要因とそのマネジメントに関する国内外の動向

東 賢 一

近畿大学医学部環境医学・行動科学教室

Health Risk Factors for Housing Environment and Risk Management

Kenichi AZUMA

Department of Environmental Medicine and Behavioral Science, Kindai University Faculty of Medicine

Abstract After the 1990s, many effective measures were taken to improve indoor air pollution in Japan. However, as a result of major changes in building materials, consumer products, and lifestyle, and new scientific findings on health effects associated with indoor environmental pollution, new issues have been indicated, such as chemical pollutants in indoor dusts or indoor pollutants caused by new chemicals that were substituted from chemicals that Indoor Air Quality Guideline was set. On the other hand, scientific evidence for the links between housing environment and health has accumulated substantially in recent decades. Therefore, the World Health Organization (WHO) is developing Housing and Health Guidelines to provide policymakers with recommendations on healthy housing conditions such as thermal comfort, indoor air pollution, crowding, and home injuries. In this paper, the basic principles of healthy housing, the current status of Japanese dwellings, and the recent approaches of WHO are summarized.

Key words: guideline (ガイドライン), health risk (健康リスク), burden of disease (疾病負荷), housing environment (住環境), inadequate housing (不適切な住宅)

はじめに

日本では1990年代に入り、住環境に起因する健康影響の問題として、いわゆるシックハウス問題が発生し、その中でも特に化学物質による室内空気汚染の問題が明らかにされてきた。そのため1997年から2002年にかけて、13の化学物質に対して厚生労働省より室内濃度指針値が策定され、この指針値に基づき、建築基準法、住宅の品質確保の促進等に関する法律、学校保健安全法、建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）が改正された。これらは良質な室内の空気質を確保するための取り組みである。一方、住環境の健康リ

スク要因には、空気質以外にも多種類の要因がある。そこで本報では、住環境に求められる基礎的要件と世界保健機関の動向を概説したい。

公衆衛生と住居衛生学

長与専斎が明治4年（1871年）に欧州を視察したことをきっかけに、日本では公衆衛生の概念が導入された。長与専斎は、伝染病の予防、貧民の扶助、上下水道の整備や家屋建築に至るまで、公衆衛生制度には、人間生活の利害に関わる要因が細大となく網羅されていることに着目した。当時より、公衆衛生は、身体よりも、空気、水、住居などの身体をとりまく環境が対象であることがうたわれていた。その後、森田太郎（森鷗外）による「日本家屋説自抄」、小池正直による「家屋衛生」など、日本の医学研究者は、住宅の衛生問題に対して明治前半期から積極的に研究や提案を行ってきた（1）。

第二次世界大戦後、都市部を中心に大規模な建築物が多数建設され、不適切な建築物の維持管理に起因する健

受付 2017 年 8 月 1 日, 受理 2017 年 10 月 18 日
Reprint requests to: Kenichi AZUMA
Department of Environmental Medicine and Behavioral Science,
Kindai University Faculty of Medicine, 377-2 Ohnohigashi,
Osakasayama, Osaka 589-8511, Japan
TEL: +81(72)366-0221 (ext3274), FAX: +81(72)368-1192
E-mail: kenazuma@med.kindai.ac.jp

康影響の事例がいくつも報告されたことをきっかけに、1970 年に建築物衛生法が制定された。この法律の適用範囲は、法令で定められた特定建築物 (延床面積 3,000 m² の事務所や店舗など) のみであり、個人が自主的に管理できない建築物を対象にしたことがその理由の 1 つであった。一般の住宅は、個人が管理可能との考えに基づき、この法律の対象外となった。医学における住居衛生学は、この頃までは機能していたようであるが、その後、この分野の研究者はほとんどいなくなった。1970 年代に入り、室内に設置された食器戸棚の悪臭が合板の接着剤由来のホルムアルデヒドであるとの指摘がなされ、日用品に含まれる化学物質による健康影響が着目されるようになった。そのため 1980 年代頃には、国立研究機関や地方衛生研究所が中心となり、室内空気中の化学物質等の実態調査が行われてきた (1)。また、化学産業や建築技術の発達、省エネや耐震などの要求に伴い、住宅には多種多様の建材や建築工法が使用されるようになり、住宅の高気密化と相まって、いわゆるシックハウス症候群など、住居衛生に関わる問題が 1990 年代に再び大きく今日に至っている。

住環境に求められる基礎的要件

18 世紀後半の産業革命後、都市部には多くの労働者が流入し、衛生的環境が著しく悪化した。イギリスでは衛生状態の改善を目的とした公衆衛生法が 1848 年に制定され、現在では住居法に受け継がれている。衛生は、19 世紀の欧州で、産業革命後の都市化による住環境の悪化等による伝染病の蔓延などに対応するなかで生まれた概念である (1)。

その後、アメリカ公衆衛生協会 (APHA) の住宅衛生委員会は、1938 年に健康住宅の基本原則を定めた (2)。

この原則では、生理学的要求、心理学的要求、感染予防、事故防止の 4 要素に関する 30 項目の基本原則を定め、肉体的、精神的、社会的健康のための必要最低限度としている (図 1)。この原則では、産業の発達に伴う都市生活環境の悪化に対応し、衛生的な環境を確保するための基礎的要件として、防湿を含む温熱環境、空気質、採光や照明、騒音などの生理学的要求、個人のプライバシー保護や家族の団らん、地域社会とのつながりの確保や景観への配慮などに関する心理学的要求、住居の過密防止や飲食物の衛生確保などによる感染予防、火災や転倒や感電などによる事故防止など、幅広い要素が網羅されている。

APHA が定めた 30 の基本原則のうち、その多くが日本の住宅に対しても取り組まれ、法令や指針などに反映されてきた。水道施設の普及と水道法による水質管理で水系消化器感染症は減少し、住生活基本法によって居住面積水準は大幅に向上した。近年は、高齢者居住住宅の設計指針により、高齢者や障害者に配慮したユニバーサルデザインの普及促進が進められている (3)。

その一方で、生理学的要求に関する項目においては、いくつかの課題があると考えられる。近年、地球温暖化や都市部のヒートアイランド現象などにより、熱中症が増加している。熱中症の死亡数が多いのは、年齢では 65 歳以上、発生場所では住居が多い (3)。日本救急医学会の全国調査によると、住宅でのエアコンの未使用者と非設置者において、熱中症の重症度が高かったと報告されている (4)。熱中症のリスク要因には、気温以外に運動や労働、高齢、独居、日常生活動作の低下、精神疾患や心疾患などの基礎疾患などが関与するが、室温の確認と適切な調節は熱中症予防に重要な役割を果たす。

寒冷な居住環境では、心拍数や血圧の変化により、循環器疾患のリスクが増大する。また、寒冷な空気は、気道感染や、喘息等の閉塞性気道疾患のリスクを上昇させ

生理学的要求

1. 寒さに対する適切な温熱環境
2. 暑さに対する適切な温熱環境
3. 良質な空気質
4. 適度な日光照明の導入
5. 直射日光の導入
6. 適度な人工照明の設置
7. 騒音防止
8. 運動や子どもの遊戯用の適切な空間

心理学的要求

9. 個人のプライバシーの確保
10. 家族の団らんの確保
11. 地域生活への参加が可能な場所
12. 過度な疲労をもたらさない適切な住宅設備機器
13. 住居や居住者を清潔に維持する設備機器
14. 良好な景観への配慮
15. 地域社会の一般的な社会基準との調和

感染予防

16. 安全で衛生な給水
17. 住居内での汚染に対する給水システムの保護
18. 伝染病の感染予防に配慮した屋内便所
19. 住居内における下水汚染に対する保護
20. 住居近辺の不衛生状態の回避
21. 伝染病を媒介する害虫の駆除
22. ミルクと食品の貯蔵設備
23. 感染予防のため寝室の空間を十分に確保

事故防止

24. 構造的な倒壊危険性の防止
25. 火災や延焼防止
26. 火災時の適切な避難設備
27. 感電や電気火災の危険防止
28. ガス中毒の防止
29. 転倒や負傷の防止
30. 自動車交通による近隣への危害防止

図 1 アメリカ公衆衛生協会による健康住宅の基本原則 [文献 (2) をもとに作成]

る。近年、夜間の光曝露によるヒトの生体リズムへの影響が報告されている。住居の寒冷曝露による高齢者の健康影響や就寝時の光曝露による健康影響については、それぞれ本号のミニ特集における奈良県立医科大学の佐伯圭吾先生と大林賢史先生の総説を参照されたい。

湿度を表す指標として相対湿度がよく利用される。低湿度ではインフルエンザウイルスの活性が増加すると報告されてきた (5, 6)。近年は、動物への曝露実験による感染力の研究が報告されており、低湿度ではウイルスを含む飛沫核の安定性が高いことから感染力が高いと考えられている (7, 8)。また、疫学研究では、インフルエンザ発症前の温度と絶対湿度の平均値、温度と絶対湿度の低下率を比べた場合、温度よりも絶対湿度、平均値よりも低下率がインフルエンザの発症リスクに強く関係していることが示唆されている (9)。一般的な風邪の症状を引き起こすライノウイルスについても、インフルエンザウイルスほどではないが、温度と絶対湿度の低下とウイルス感染リスクとの関係が疫学研究で示唆されている (10)。

過剰な湿気は、カビやダニなどの増殖を促し、喘息の増悪や上気道症状、呼吸器感染との関係が十分あると判断されている。そのため世界保健機関 (WHO) 欧州事務局は、湿気とカビに関する室内空気質ガイドラインを 2009 年に公表した (11)。但し、湿気やカビの量と健康影響との関係に関する定量的な知見が不足しており、適切な温度制御や換気等の維持管理に関する指針が提供されている。

騒音によるヒトの影響について、これまでは航空機騒音に対する難聴や不快感 (アノイアンス) の評価を中心に研究が進められ、騒音に関する環境基準もアノイアンスを指標として策定されてきた。しかし、近年では欧米を中心に、道路交通騒音が虚血性心疾患や高血圧症などの有病率に影響を及ぼすことを示唆した知見が増加している。そこで WHO 欧州事務局は、夜間の騒音レベルの推奨ガイドライン値を公表している (12)。このガイドラインでは、30 dB 以上の屋外夜間騒音で睡眠妨害が増加し、55 dB を超えると循環器系への影響が顕著になるとされ、道路交通騒音と心血管系疾患の関係に着目している。

化学物質による室内空気汚染に対しては、前述のように、日本では多くの取り組みが行われてきた。最近では、北海道大学の岸玲子先生を研究代表者とする厚生労働科学研究班によって、「科学的根拠に基づくシックハウス症候群に関する相談マニュアル (改訂新版)」が作成され、厚生労働省シックハウス対策のホームページにこのマニュアルが掲載された。一方、室内のハウスダストといった空気質以外の住環境汚染がアレルギー疾患やシックハウス症候群様症状と関係していることが示唆されており、今後の課題といえる。これらについては、本号のミニ特集における北海道大学の岸玲子先生と荒木敦子先生の総説を参照されたい。

なお、厚生労働省では、2012 年以降、室内濃度指針

値の見直しを進めている (13)。1997 年から 2002 年にかけて 13 の化学物質に対して室内濃度指針値が策定された後、指針値が策定されている化学物質の代替物質として新たな化学物質が使用されているとの指摘や、準揮発性有機化合物による健康影響が疫学研究や動物実験等で報告されたことなどから、シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会を再開し、室内濃度指針値の新設や改訂を含めた室内空気汚染対策の検討を進めている。代替物質による健康影響を防止するには、継続的な室内濃度の調査と健康リスク評価が必要である。そのため、全国規模での室内空気汚染状況の実態を調査し、高濃度かつ高頻度で検出される化学物質に対する健康リスクの初期評価を実施し、検討対象となる化学物質の優先付けを行う作業を進めている。

高濃度かつ高頻度検出された化学物質として、これまで 2-エチルヘキサノール、テキサノール、2,2,4-トリメチル-1,3-ペンタジオールジイソブチレート (TXIB)、酢酸エステル類、グリコールエーテル類などがあげられている。2017 年度に入り、2-エチルヘキサノール、テキサノール、TXIB の指針値案が公表され、キシレン、エチルベンゼン、フタル酸ジ-n-ブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルの指針値については、有害性に関する最新の知見に基づいた改定案が公表されている (14)。

世界保健機関による住宅と健康ガイドライン

WHO 欧州事務局には住宅と健康 (housing and health) の部門があり、これまで調査研究やガイドラインの開発に取り組んできた。2011 年には不適切 (inadequate) な住宅の状態による居住者の健康リスクに関する調査報告がなされ、表 1 に示す疾病負荷 (burden of disease) 要因があげられている (15)。この報告では、室内空気汚染のみならず、寒冷曝露、騒音、過密性 (低居住面積水準)、住居内負傷などが高いリスク要因であることを報告している。また WHO 本部は、住宅と健康及び気候変動に関する国際ワークショップを 2010 年に開催し、住居内負傷、室内空気汚染、過密性などを課題として取り上げ、一次予防のためのガイドラインが必要と報告している (16)。

WHO 本部では、近年、環境における不均衡または不平等 (environmental inequality) の問題に取り組んでいるが、このような問題は、健康における不均衡や不平等をもたらす。特に WHO は、住宅における不衛生や不安全な状態を重要な問題と位置づけている。そこで WHO は、居住者の健康に影響を及ぼす住宅の状態について、これまでの科学的エビデンスに基づいた住宅と健康のガイドライン (Housing and Health Guidelines) の開発を進めている (17)。これまでのところ、住居内の過密性 (感染症対応)、住居内のアクセスのしやすさ (バリアフリーなどの高齢者や障害者対応)、負傷要因に対する安全性 (ベランダの手すり、階段の落差など住居内負傷への対応)、過剰な暑さや寒さ、適切なエネルギー対策、居住

表 1 不適切な住宅の状態による環境の疾病負荷 [文献 (15) をもとに作成]

曝露因子	健康影響, 障害等	リスク
カビ	0-14 歳の子どもの喘息死と年齢調整生存年数 (DALYs)	相対危険度 2.4
湿気	0-14 歳の子どもの喘息死と年齢調整生存年数 (DALYs)	相対危険度 2.2
窓の柵の欠如	0-14 歳の子どもの傷害死と年齢調整生存年数 (DALYs)	相対危険度 2.0
煙探知器の欠如	全年齢層の傷害死と年齢調整生存年数 (DALYs)	相対危険度 2.0
過密状態	結核	相対危険度 1.5
室内の寒さ	冬季の過剰死亡率	1°C あたり 0.15% 死亡率増加
交通騒音	虚血性心疾患 (心筋梗塞含む)	相対危険度 1.17/10 dB (A)
ラドン	肺がん	相対危険度 1.08/100 Bq/m ³
住居内の受動喫煙	下気道感染症, 喘息, 心疾患, 肺がん	相対危険度 1.2-2.0
鉛	知的障害, 循環器疾患, 行動障害	オッズ比 4.4
室内の一酸化炭素	頭痛, 吐き気, 貧血, 発作, 昏睡, 意識消失, 死亡	症例群致死率 3% 遅発性/持続性神経障害発生率 3-40%
ホルムアルデヒド	子どもにおける呼吸器症状	オッズ比 1.4
室内での固形燃料の使用	慢性閉塞性肺疾患 (COPD), 急性下気道感染症 (AURI), 肺がん	相対危険度 1.5-3.2

環境内での活発な移動手段 (歩行や自転車の利用), 水の衛生, 空気質などの課題を取り上げてガイドラインの開発を進めている。

おわりに

新たな技術や素材の開発, 我々の暮らしの変化, 医療や福祉に対する要求水準の向上, 関係業界による規制への対応などにより, 住環境は変化をとげ, 住環境に求められる要素とそのレベルも変化していく。そのためこれらの変化に対応するためには, 継続的な調査や研究が必要である。

利益相反: なし

文 献

- (1) 東 賢一. 医学から見た住環境. 筏 義人, 吉田 修 (編), 住居医学 (IV). 市川: 米田出版, 2010, 11-34.
- (2) Winslow CEA, et al. Basic Principles of Healthful Housing. *Am J Public Health* 1938;28:351-372.
- (3) 東 賢一. 住宅と健康. 佐藤祐造, 柴田英治 (編), テキスト健康科学改訂第 2 版. 東京: 南江堂, 2017, 219-230.
- (4) 日本救急医学会熱中症に関する委員会. 熱中症の実態調査—日本救急医学会 Heatstroke STUDY2012 最終報告—. *日救急医学会誌* 2014;25:846-862.
- (5) Harper GJ. Airborne micro-organisms survival test with 4 viruses. *J Hyg (Lond)* 1961;59:479-486.
- (6) Hemmes JH, Winkler KC, Kool SM. Virus survival as a seasonal factor in influenza and poliomyelitis. *Antonie van Leeuwenhoek* 1962;28:221-233.
- (7) Lowen AC, Mubareka S, Steel J, Palese P. Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature. *PLoS Pathog* 2007;3:1470-1476.
- (8) Hanley BP, Borup B. Aerosol influenza transmission risk contours: a study of humid tropics versus winter temperate zone. *Virol J* 2010;7:98.
- (9) Jaakkola K, Saukkoriipi A, Jokelainen J, Juvonen R, Kauppila J, Vainio O, Ziegler T, Rönkkö E, Jaakkola JJ, Ikäheimo TM; KIAS-Study Group. Decline in temperature and humidity increases the occurrence of influenza in cold climate. *Environ Health* 2014;13:22.
- (10) Ikäheimo TM, Jaakkola K, Jokelainen J, Saukkoriipi A, Roivainen M, Juvonen R, Vainio O, Jaakkola JJ. A decrease in temperature and humidity precedes human rhinovirus infections in a cold climate. *Viruses* 2016;8:pii:E244.
- (11) WHO Europe. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 2009.
- (12) WHO Europe. Night noise guidelines for Europe. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 2009.
- (13) 厚生労働省. 室内空気中化学物質の指針値の見直しの仕方等について (案). 第 17 回シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会配付資料, 平成 25 年 8 月 1 日.
- (14) 厚生労働省. 室内空気汚染に係るガイドライン案について. 第 21 回シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会配付資料, 平成 29 年 4 月 19 日.
- (15) WHO Europe. Environmental burden of disease associated with inadequate housing. A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region. Summary report. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 2011.
- (16) WHO. International Workshop on Housing, Health and Climate Change: Developing guidance for health protection in the built environment mitigation and adaptation responses. Meeting report. Geneva, 13-15 October, 2010.
- (17) WHO. WHO Housing and health guidelines. Public Health and Environment e-News, WHO Geneva, July 2013.